

葛洲坝下游江段中华鲟产卵场食卵鱼类资源量估算

虞功亮 刘军 许蕴 常剑波

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要: 为定量评估食卵鱼类对中华鲟资源的危害, 1997—2001年间, 对中华鲟产卵场所在的葛洲坝水利枢纽坝址至下游庙嘴之间长约5km的江段, 进行了渔业捕捞样本抽样和解剖检测, 运用体长股分析方法并结合渔获物中不同种类的相对数量比例估算出食卵鱼类资源量。研究结果表明, 吞食中华鲟卵的主要有圆口铜鱼、铜鱼、瓦氏黄颡鱼等11种鱼类, 其年度资源量为197 487—744 487尾, 多年平均444 822尾。

关键词: 食卵鱼资源量; 体长股分析; 铜鱼; 中华鲟产卵场

中图分类号: S932.4 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2002)06-0591-09

葛洲坝水利枢纽截流以后, 长江中华鲟(*Acipenser sinensis*)的产卵场主要分布在该坝址至下游庙嘴长约5km的江段。中华鲟秋季繁殖, 受精卵粘附在产卵场江底的石砾上孵化, 孵化时间一般需要4—5d。由于该江段底层鱼类如圆口铜鱼(*Coreius guichenoti*)、铜鱼(*C. heterodon*)、瓦氏黄颡鱼(*Pelteobagrus vachelli*)等高度密集^[1], 90%以上的中华鲟卵未及孵化即被这些鱼类吞食^[2]。本文开展底层鱼类资源量研究的目的, 是为今后定量评估其对中华鲟的危害提供依据。渔获物体长股分析方法估算资源量相对具有采样工作量小、数据结构简单等特点, 自施秀帖首次采用以来, 逐渐受到许多研究者的亲睐^[3,4]。本文亦尝试采用该方法对中华鲟产卵场内食卵鱼类的资源量进行估算。

1 材料与方法

1.1 野外调查时间、地点和内容 1997—2001年每年的4—6月和10—11月在宜昌对葛洲坝水利枢纽工程坝下江段中华鲟产卵场所在水域的渔船作业情况和渔获物进行调查, 其中10—11月覆盖了中华鲟的产卵季节。春季的调查主要以渔获物的种类组成为主, 也包括对渔获个体的常规生物学测量(体长精确到mm, 体重精确到g); 秋季在春季调查内容的基础上增加了底层鱼类的解剖, 以确定食卵鱼的种类和数量。5年共计246d的调查涉及10余种渔具, 获得体长、体重资料26000余尾; 解剖鱼类25种, 17639尾。4种主要渔具的总抽样量为1819船次, 其中三层流刺网246d, 345船次(包括进行食卵鱼解剖调查的

收稿日期: 2002-07-21; 修订日期: 2002-08-12

基金项目: 国务院三峡办和中国长江三峡工程开发总公司资助[SX(98)-15/KHB/JS]

作者简介: 虞功亮(1970—), 男, 湖北省洪湖人; 研究实习员; 从事鱼类生态学研究。参加野外调查的先后还有邓中、夏立启、谭细畅、乔晔、但胜国、艾为民, 以及华中农业大学99级实习生孙军、董传甫等, 在此一并致谢

通讯作者: 常剑波, E-mail: jbchang@hbw.ac.cn

207 船次)、挂钩 164d, 1430 船次(表 1)、定置刺网 36 船次、饵钓 8 船次。调查期间还对该江段渔船使用的渔具类型、作业与否、作业时间和地点等进行访问记录, 以确定不同渔具的日均作业量。

表 1 中华鲟产卵场三层流刺网和挂钩的取样量

Tab. 1 Sample sizes of drifted trammel net and longline in the spawning ground of Chinese sturgeon

调查时间 Surveying periods	三层流刺网 Drifted trammel net				挂钩 Longline			
	天数 Sampling days	船次 Sampling boats	日均船次 Daily sampling boats	渔获尾数 Number of captures	天数 Sampling days	船次 Sampling boats	日均船次 Daily sampling boats	渔获尾数 Number of captures
	1997. 04. 10—05. 06	13	17	1.3	458	15	181	12.1
1997. 10. 15—11. 21	33	57	1.7	4806	—	—	—	—
1998. 04. 01—05. 08	35	45	1.3	1189	33	333	10.1	226
1998. 10. 13—11. 12	31	30	1.0	5378	—	—	—	—
1999. 04. 01—04. 20	18	18	1.0	1331	15	107	7.1	907
1999. 10. 20—11. 17	20	22	1.1	2822	14	159	11.4	313
2000. 04. 01—06. 03	21	36	1.7	1244	21	242	11.5	986
2000. 10. 14—11. 09	25	41	1.6	2530	23	132	5.7	279
2001. 04. 01—06. 08	29	39	1.3	1126	32	102	3.2	735
2001. 10. 17—11. 14	21	40	1.9	2050	11	83	7.5	78
合计 Sum	246	345		22934	164	1430		3768

1.2 渔获量估算 按渔具分别统计逐日总渔获尾数和日均单船渔获量。捕捞努力量以船次为基础计算, 不同渔具的单位捕捞努力量渔获量则以该渔具的日均单船渔获量表示。以三层流刺网的日均单船渔获量作为标准的单位捕捞努力量的渔获量(CPUE), 其他渔具的捕捞努力量依许永明和浦仲生的方法参照三层流刺网的 CPUE 进行换算。各渔具的年捕捞努力量按日均作业船次乘以 365d 计算, 标准化后的各渔具年捕捞努力量之和为年总捕捞努力量。年总渔获量则由年总捕捞努力量与 CPUE 相乘获得。不同种类的年总渔获量按其在渔获物中的数量比例折算。

1.3 食卵鱼资源量估算 以铜鱼为对象, 采用体长股分析法估算其资源量^[5], 再按渔获物中不同种类的相对数量比例推算其他食卵鱼的资源量, 然后将各种食卵鱼类的资源量累加而获得食卵鱼类的总资源量。在实际分析时, 除将不同时期三层流刺网日均单船渔获量的平均值作为 CPUE 得到不同年度食卵鱼类资源量的近似估计外, 还将不同年度的春季, 以及秋季中华鲟产卵前、产卵期间和产卵后的三层流刺网日均单船渔获尾数分别作为 CPUE, 以比较同一年度中不同时期食卵鱼类资源量的变化趋势。

1.4 体长股分析原理 Jones 提出鱼类体长股结构分析的基本模型为^[5]:

$$N_i = (N_{i+1} \times e^{\Delta t \times M/2} + C_i) \times e^{\Delta t \times M/2} \quad (1)$$

其中, N_i 和 N_{i+1} 分别为第 i 和第 $i+1$ 体长组的存活数量; C_i 为第 i 体长组的渔获尾数; M 为瞬时自然死亡率, 假设鱼类在整个生活史中恒定; Δt 为鱼类从某一体长组的下限 L_i 生长到上限 L_{i+1} 所经历的时间, 即:

$$\Delta t = (1/k) \times \ln[(L_{\infty} - L_t)/(L_{\infty} - L_{t+1})] \quad (2)$$

L_{∞} 和 K 为 von Bertalaffy 生长方程中鱼类的生长参数。

各体长组存活数量 N_i 与渔获量 C_i 和开发利用率为 E_i 的关系为:

$$N_i = C_i/E_i \quad (3)$$

不同体长组的存活数量 N_i 与资源量 n_i 的关系为:

$$n_i = \int_{N_{i+1}}^{N_i} dN / (F_i + M) = (N_i - N_{i+1}) / (F_i + M) \quad (4)$$

式(4)中 F_i 为各体长组的瞬时捕捞死亡率, 其与 E_i 和 M 的关系为:

$$F_i = M \times E_i / (1 - E_i) \quad (5)$$

各体长组的资源量 n_i 之和, 即为总资源量 n 。

1.5 参数来源和数据处理 铜鱼的生长参数 L_{∞} 和 K 源自许蕴等和庄平等的研究^[6,7]。 M 则根据 L_{∞} 和 K 的数值分别采用 Epanet 和 Pauly 的方法计算^[8,9], 年平均水温为 18.4℃, 由长江水利委员会宜昌水文站提供。将不同来源的生长参数以及据以算出的 M 分别取平均值 \bar{L}_{∞} 、 \bar{k} 和 \bar{M} , 然后应用于资源量的估算。各年份铜鱼的渔获量依据其占总渔获量的比例求得, 并按年度分解到以 10mm 为间隔的各体长组, 作为(1)和(3)式中 C_i 的数据源。

取最大体长组的开发率为 0.5, 先根据(3)式求出最大体长组的存活数量, 然后利用(1)、(2)、(4)和(5)式向下递次推算其余各体长组的存活数量和资源量, 并累加得到总资源量。所有数据汇总及统计处理均采用 EXCEL7.0 电子表格进行。

2 结果

2.1 食卵鱼类的种类组成

1997—2001 年每年的繁殖季节在中华鲟产卵场的解剖检测表明, 在所检测的 25 种鱼类中, 圆口铜鱼等 11 种底层鱼类属于吞食中华鲟卵的食卵鱼类, 其中尤以圆口铜鱼、瓦氏黄颡鱼和铜鱼等 3 种鱼类对中华鲟卵的危害较大(表 2)。

表 2 中华鲟产卵期间食卵鱼类的种类组成和食卵情况

Tab. 2 Species composition of egg predatory fishes and their harmfulness to egg of Chinese sturgeon during spawning seasons

鱼名 Species	解剖尾数 Number of fish surveyed	食卵鱼尾数 Number of egg predatory fishes	食卵数(粒) Eggs eaten by egg predatory fishes	尾均食卵数 Eggs eaten by per fish
圆口铜鱼 <i>Coreius guichenoti</i>	1999	324	11282	5.64
瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	550	323	10321	18.77
铜鱼 <i>Coreius heterodon</i>	1051	103	1905	1.81
长吻 <i>Leiostomus longirostris</i>	60	16	701	11.8
粗唇 <i>L. crassilabris</i>	23	8	231	10.04
长鳍吻 <i>Rhinogobio ventralis</i>	516	41	216	0.42

续表

鱼名 Species	解剖尾数 Number of fish surveyed	食卵鱼尾数 Number of egg predatory fishes	食卵数(粒) Eggs eaten by egg predatory fishes	尾均食卵数 Eggs eaten by per fish
圆筒吻 <i>R. cylindrius</i>	419	15	67	0.16
长薄鳅 <i>Leptobotia dongata</i>	25	4	38	1.52
光泽黄颡鱼 <i>Peltobagrus nitidus</i>	19	6	38	2.00
宜昌鳅 <i>Gobiobotia filifer</i>	49	4	6	0.12
南方鮈 <i>Silurus meridionalis</i>	2	1	未计数 Not be counted	—
合计或平均 Sum or average	4713	845	24805	5.27

2.2 年总渔获量

1997—2001年各年中华鲟产卵场江段渔业捕捞的CPUE依次为71、88、104、49和34尾,相应的年总捕捞努力量分别为2774、2373、2884、3103和3176船,渔获量分别为197291、207704、299379、152063和107605尾。各年份铜鱼在渔获物中的数量比例依次为28.31%、41.16%、28.79%、17.67%和17.56%,其对应的渔获量分别为55855、85663、87298、26875和23917尾。

2.3 铜鱼资源量

根据铜鱼逐年在渔获物中的比例,及其体长频率分布特征,将年渔获量分解到各个体长组,得到不同年度各体长组的渔获量(C_i)用于进一步的计算(表3)。

表3 中华鲟产卵场铜鱼渔获物的体长频度和各体长组的渔获量

Tab. 3 Length groups and yields of each group of *C. heterodon* in the spawning ground of Chinese sturgeon

Length groups (mm)	1997年		1998年		1999年		2000年		2001年	
	渔获量 (%)	Yield (ind.)								
70—80	0.00	0	0.00	0	0.10	85	0.00	0	0.03	6
80—90	0.13	72	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.03	6
90—100	0.13	72	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.03	6
100—110	0.00	0	0.77	662	0.00	0	0.16	43	0.33	78
110—120	0.51	286	1.10	938	0.39	340	1.27	342	0.83	198
120—130	1.28	715	1.42	1214	0.78	681	1.43	385	1.23	294
130—140	2.18	1216	2.00	1711	1.36	1191	3.18	855	2.06	492
140—150	3.71	2074	2.51	2153	2.34	2042	5.25	1410	3.14	750
150—160	4.48	2503	2.51	2153	4.58	3999	11.76	3162	4.89	1170
160—170	4.99	2789	3.93	3367	5.56	4850	14.79	3974	6.27	1500
170—180	5.25	2932	7.67	6568	6.63	5786	15.10	4059	8.10	1938

续表

Length groups (mm)	1997年		1998年		1999年		2000年		2001年	
	渔获量 (%)		渔获量 (%)		渔获量 (%)		渔获量 (%)		渔获量 (%)	
	Yield (ind.)									
180—190	6.02	3361	7.93	6789	8.38	7317	10.17	2734	8.03	1920
190—200	6.27	3504	8.83	7562	11.21	9785	9.22	2478	9.01	2154
200—210	9.60	5364	9.54	8169	10.72	9359	6.36	1709	9.36	2238
210—220	7.81	4363	9.73	8334	9.75	8509	3.18	855	8.33	1992
220—230	8.07	4506	6.83	5851	9.06	7913	3.50	940	7.12	1704
230—240	9.22	5149	6.83	5851	6.82	5956	3.02	812	6.70	1602
240—250	8.07	4506	6.44	5520	5.85	5105	2.54	684	6.00	1434
250—260	6.40	3576	5.61	4802	6.04	5275	1.11	299	5.17	1236
260—270	4.48	2503	6.38	5464	3.61	3148	1.27	342	4.49	1074
270—280	4.10	2289	3.74	3201	2.14	1872	2.23	598	3.16	756
280—290	3.33	1859	2.26	1932	1.46	1276	1.27	342	2.11	504
290—300	1.54	858	1.87	1601	0.78	681	0.95	256	1.38	330
300—310	0.90	501	0.90	773	0.58	511	0.95	256	0.83	198
310—320	0.90	501	0.58	497	0.49	425	0.48	128	0.60	144
320—330	0.00	0	0.32	276	0.29	255	0.00	0	0.20	48
330—340	0.51	286	0.13	110	0.19	170	0.48	128	0.28	66
340—350	0.00	0	0.06	55	0.39	340	0.00	0	0.13	30
350—360	0.13	72	0.13	110	0.00	0	0.00	0	0.08	18
360—370	0.00	0	0.00	0	0.19	170	0.32	85	0.10	24
410—420	0.00	0	0.00	0	0.10	85	0.00	0	0.03	6
420—430	0.00	0	0.00	0	0.19	170	0.00	0	0.00	0
合计 Sum	100.00	55855	100.00	85663	100.00	87296	100.00	26875	100.00	23917

根据许蕴等和庄平等的研究结果, 铜鱼的 L_{∞} 分别为 542.704 和 600.229mm, k 值分别为 0.2194 和 0.2325。取年平均水温 18.4 °C, 分别应用 Ea pa HOB 和 Pauly 的方法, 求得 M 分别为 0.4614 和 0.4964, 以及 0.5756 和 0.4660。将上述各参数分别取平均值, 得到:

$$\bar{L}_{\infty} = 571.47 \quad \bar{k} = 0.2260 \quad \bar{M} = 0.5086$$

取 $E_{\max} = 0.5$, 应用(1)至(5)式, 估算出 1997—2001 年中华鲟产卵场江段铜鱼的年资源量依次为 143731、214285、215636、50761 和 45055 尾(表 4)。

2.4 食卵鱼类资源量

根据铜鱼的资源量及其在渔获物中的相对比例, 得到中华鲟产卵场食卵鱼类资源量在 1997—2001 年间依次为 490518、513082、744487、278538 和 197487 尾, 多年平均 444822 尾(表 4)。

表 4 中华鲟产卵场江段食卵鱼类资源量

Tab. 4 Annual abundance of egg predatory fishes in the spawning ground of Chinese sturgeon

鱼名 Species	1997 年		1998 年		1999 年		2000 年		2001 年	
	资源量 (%)		资源量 (%)		资源量 (%)		资源量 (%)		资源量 (%)	
	Abundance (ind.)									
圆口铜鱼 <i>C. guichenoti</i>	46.01	233635	40.03	208429	29.24	219019	49.36	141781	36.14	92741
铜鱼 <i>C. heteralon</i>	28.31	143731	41.16	214285	28.79	215636	17.67	50761	17.56	45055
长鳍吻 <i>R. ventralis</i>	2.20	11190	7.46	38853	16.19	121262	15.92	45738	2.98	7646
圆筒吻 <i>R. cylindricus</i>	6.02	30579	3.04	15826	18.59	139246	3.31	9513	2.44	6249
瓦氏黄颡鱼 <i>P. vachellii</i>	9.06	46013	2.37	12344	4.95	37037	6.33	18189	12.75	32723
长吻 <i>L. longirostris</i>	1.80	9164	0.84	4352	0.74	5520	1.01	2892	2.50	6413
宜昌鳅 <i>G. filifer</i>	1.33	6752	1.53	7992	0.48	3561	0.45	1294	0.29	740
光泽黄颡鱼 <i>P. nitidus</i>	0.93	4727	0.50	2611	0.00	—	1.85	5327	1.28	3289
长薄鳅 <i>L. elongata</i>	0.46	2315	0.23	1187	0.26	1959	0.74	2131	0.06	164
粗唇 <i>L. crassilabris</i>	0.47	2412	1.38	7201	0.14	1068	0.29	837	0.96	2467
南方鮈 <i>S. eridionalis</i>	0.00	—	0.00	—	0.02	178	0.03	76	0.00	—
合计 Sum	96.60	490518	98.54	513081	99.41	744487	96.98	278538	76.96	197487

2.5 中华鲟产卵前后食卵鱼类资源量的变化

将不同年份春季, 以及秋季中华鲟产卵前、产卵期间和产卵后的日均单船渔获尾数作为 CPUE 进行估算显示, 中华鲟产卵期间食卵鱼资源量显著比其他时期大, 1997—2001 年间依次为 857410、2064607、1429377、522932、335005 尾, 多年平均 486750 尾(表 5)。

表5 依据不同时期日均单船渔获尾数估算的食卵鱼类资源量

Tab. 5 CPUE and Abundances of egg predatory fishes estimated from samples of different periods

年份 Years	1997	1998	1999	2000	2001
依春季捕捞样本估算的 CPUE					
CPUE estimated from samples in the spring	27	26	74	35	27
春季食卵鱼类资源量	191931	157144	533396	202494	206398
Abundance of egg predatory fishes in the spring					
依中华鲟产卵前捕捞样本估算的 CPUE					
CPUE estimated from samples before spawning of Chinese sturgeon	61	84	20	—	29
中华鲟产卵前食卵鱼类资源量	436115	497754	141178	—	219601
Abundance of egg predatory fishes before spawning of Chinese sturgeon					
依中华鲟产卵期间捕捞样本估算的 CPUE					
CPUE estimated from samples in spawning period of Chinese sturgeon	120	347	198	89	44
中华鲟产卵期间食卵鱼类资源量	857410	2064607	1429377	522932	335005
Abundance of egg predatory fishes in spawning period of Chinese sturgeon					
依中华鲟产卵后捕捞样本估算的 CPUE					
CPUE estimated from samples after spawning of Chinese sturgeon	62	186	55	33	39
中华鲟产卵后食卵鱼类资源量	444212	1105627	393134	192207	298571
Abundance of egg predatory fishes after spawning of Chinese sturgeon					

3 讨论

3.1 关于单位捕捞努力量

在开放的河流水体中进行渔获量调查所获得的统计资料, 由于受到多种因素的影响, 其质量通常都比较低^[4]。由于不同类型渔具的结构、作业方式、最小捕捞规格等方面存在差异, 其捕捞对象和捕捞能力是不一样的, 渔获量大小当然也不一样。因此, 许永明和浦仲生提出了通过比较单位捕捞努力量渔获量而将不同渔具的捕捞努力量标准化的方法, 较好地解决了不同渔具捕捞努力量不一致的问题。此外, 同一种渔具由于受不同捕捞者的经验和熟练程度不同的影响, 渔获量的大小也会不一样。解决这个问题的途径通常是尽可能获得不同经验捕捞者的捕捞样本。在中华鲟产卵场江段, 对食卵鱼类的商业捕捞是由多种渔具共同完成的。在这些渔具中, 三层流刺网渔获物的种类和规格比较齐全, 捕捞量约占了总渔获量的 80% 以上, 其每天作业的网次比较稳定。故本文以三层流刺网的日均单船产量作为单位捕捞努力量渔获量(CPUE)的标准, 并将其他渔具的捕捞努力量以此标准换算为三层流刺网的捕捞努力量后, 再进行年捕捞努力量和年总渔获量的计算。一方面是为了消除不同渔具之间的采样误差, 另一方面也是为了弥补统计数据的不足。

3.2 关于 CPUE 与资源量估算

当应用于封闭水体或封闭种群, 鱼类的生长和补充以年为周期, 且自然死亡率(M)恒定时, Jonse 的体长股分析模型能较好地提供鱼类资源量的估计。该模型是以比较鱼类不同体长组的捕捞量与现存之间的关系而建立的, 当生长特点和自然死亡特征确定后, 在一定的可捕系数下, 捕捞量是估算种群资源量的数据基础。在渔获调查的投入不足, 或其他

原因导致年捕捞量的数据无法直接获得时, 通过分析日单船产量得到 CPUE, 然后比照年捕捞努力量而获得年渔获量只是一种替代途径。Cushing 基于渔获量统计的局限性和误差估计的困难, 提出在鱼类资源的评估上应该以不依赖渔获量或捕捞努力量的方法为主。但是, 其他评估方法也存在很多应用上的困难^[10]。尽管中华鲟产卵场江段只是一个半封闭水体, 尚不能满足采用体长股分析方法估算鱼类资源量的理想假设。但就其目前渔业作业零星分散, 年渔获量的直接统计难以完成, 加之水流湍急、河床结构复杂因而难以应用其他调查方法的状况而言, 采用商业捕捞抽样获得 CPUE、捕捞努力量和渔获量的估计, 然后按体长股分析方法进行资源量估算仍然是一条比较实用的途径。由于中华鲟产卵场食卵鱼类的资源总处于变动状态, 因此, 假设在可捕系数一定的前提条件下, CPUE 和捕捞量能有效地反映资源量的大小, 是本文所有推论的基础。当然, 这样做需要捕捞样本具有充分的代表性。由于夏季汛期难以作业, 冬季枯水期产量低很多渔民放弃了捕捞, 本文只有春、秋 2 季的渔获资料。在这 2 个季节中, 春季食卵鱼类因自身繁殖需要而集群, 秋季则因吞食中华鲟卵而集群, 这都可能导致其遭捕的机会增加, 因而本文对其年总渔获量的估计可能偏高。此外, 作者还根据不同季节或时期抽样结果获得的 CPUE 和捕捞量进行了资源量的估算, 意在比较食卵鱼类资源在一年中不同时期的变化趋势。结果表明, 在中华鲟产卵季节, 食卵鱼类资源量明显高于其他时期。造成这一现象的原因可能有 2 个方面: 一是在中华鲟产卵时, 食卵鱼类大量进入产卵场觅食; 二是食卵鱼类在中华鲟产卵时期的集群行为增加了它们被捕捞的机会。上述问题都需要进一步的研究加以证实。

3.3 关于资源量评估对象及其对中华鲟的危害

中华鲟产卵场食卵鱼类资源量的估算实际上是一项多种类资源评估研究, 由于多种类分析模型需要考虑鱼类的种间关系, 而实际上这种关系的参数很难获得, 故本文采取了先估算食卵鱼类中的优势种类——铜鱼的资源量, 进而利用铜鱼与其他种类之间的数量比例关系推算食卵鱼类总资源量的研究方案。选择铜鱼作为研究对象的理由除了其是该江段商业捕捞的优势种类外, 还在于其他学者已经对其生物学背景作了比较深入的研究。从目前所获得的铜鱼样本来看, 除 1999 年以外, 其他年份获得的最大个体的体长都小于 370mm, 仅相当于理论最大体长(571.47mm)的 64.75%。1999 年获得的最大个体的体长也小于 430mm, 可见其承受了很大的捕捞压力。由于没有确切的依据, 本文遵循通常的做法, 将其最大体长组的开发率定为 0.5, 但由此也可能导致资源量的估算偏高。因此, 有关开发率的准确估计应该是今后研究的重点。根据目前的研究结果, 按中华鲟产卵季节食卵鱼类的多年平均资源量 486750 尾, 每尾日平均食卵 5.27 粒估算, 平均每日被吞食的中华鲟卵约为 2565172 粒。按中华鲟平均怀卵量 64.5 万粒^[11]推算, 约相当于 4 尾雌鱼的怀卵量。如果中华鲟卵在孵化期间(4—5d)每天都承受这么高的捕食压力, 则一次产卵后, 将会有 16—20 尾雌鱼产出的卵被吞食殆尽。说明食卵鱼类对中华鲟的危害是相当大的, 需要引起足够的重视。

参考文献:

- [1] 虞功亮, 许蕴, 谭细畅, 等. 葛洲坝下游宜昌江段渔业资源现状[J]. 水生生物学报, 1999, 23(6): 662—669
- [2] 常剑波. 长江中华鲟繁殖群体结构特征和数量变动趋势研究[D]. 武汉: 中国科学院水生生物研究所博士学位

论文, 1999

- [3] 李辉权. 以体长为基础的资源评估方法及其软件[J]. 南海水产研究, 1997, (9): 6—17
- [4] 段中华, 孙建贻, 常剑波等. 网湖鲫鱼的生长与资源评估[J]. 湖泊科学, 1994, 6(3): 257—266
- [5] Per Sparre, Siebren C. Venema. 热带鱼类资源评估导论[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992: 166—172
- [6] 许蕴 , 邓中 , 余志堂等. 长江的铜鱼生物学及三峡水利枢纽对铜鱼资源的影响[J]. 水生生物学集刊, 1981, 7(3): 271—294
- [7] 庄平, 曹文宣. 长江中上游铜鱼的生长特征[J]. 水生生物学报, 1999, 23(6): 575—583
- [8] 吴清江. 长吻 的种群生态学及其最大持续渔获量的研究[J]. 水生生物学集刊, 1975, 5(3): 387—392
- [9] Pauly, D. On the interrelationship between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in fish stocks [J]. J. Cons. Int. Explor. Mer. 1980, 39(20): 175—192
- [10] 费鸿年, 张诗全著. 水产资源学[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1990
- [11] 余志堂, 许蕴 , 邓中 , 等. 葛洲坝水利枢纽下游中华鲟繁殖生态的研究[C]. 鱼类学论文集(五), 北京: 科学出版社, 1986: 1—14

ESTIMATION ON ABUNDANCE OF BENTHONIC FISHES PREYING ON EGGS OF CHINESE STURGEON IN REACH BELOW THE GEZHOUBA DAM IN THE YANGTZE RIVER

YU Gongliang, LIU Jun, XU Yurrgan and CHANG Jiabo

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Abstract: From 1997 to 2001, assessment on the annual abundance of benthonic fishes which prey on eggs of Chinese sturgeon were undertaken through commercial fisheries surveys in the reach below the Gezhouba Dam where the spawning ground of Chinese sturgeon located in the Yangtze River. Eleven species of benthonic fishes were confirmed to be egg predators through the examination of gut contents. The dominant species of egg-predatory fishes were *Coreius guichenoti*, *C. heterodon* and *Pelteobagrus vachelli*. First of all, by applying Jones Length-based cohort analysis, annual abundance of *C. heterodon* was estimated with fishing data collected in springs and autumns. Then, abundance of the rest egg-predatory fishes were counted according to the quantitative ratios of them to *C. heterodon* in catches. Summarily, annual abundance of egg-predatory fishes fluctuated from 197 487 to 744 487 with an average of 444 822 individuals within the research period. Due to assemblage for preying on eggs, abundances of egg-predatory fishes were obviously higher in course of egg deposition of Chinese sturgeon, and numbered from 335 005 to 2 064 607 with an average of 486 750 individuals annually. It was estimated also that approximately 2 565 172 eggs, corresponding to the fecundity of 4 females, were eaten by egg-predatory fishes daily in the egg deposition periods of Chinese sturgeon.

Key words: Abundance of egg-predatory fish; Length-based cohort analysis; *Coreius heterodon*; Spawning ground of Chinese sturgeon