

文章编号: 1004-7271(2004)04-0298-06

长江口凤鲚资源变动及最大持续产量研究

刘凯, 张敏莹, 徐东坡, 施炜纲

(中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏无锡 214081)

摘要 对 1997-2003 年凤鲚生物学、资源量及最大持续产量进行了研究。汛期凤鲚平均全长 151mm, 平均体重 14.2g, 全长和体重呈幂函数相关, 拟合方程为 $W = 0.036 \times L^{2.1874}$, 丰满度系数为 0.421。绝对怀卵量变幅为 4677~24159 粒, 相对怀卵量变幅为 859~1072 粒/g 体重, 成熟卵卵径平均为 0.67mm。同期凤鲚年均捕捞量为 952.46t, 年均汛末瞬时资源量 41.57t。应用 schaefer 模式估算最大持续产量为 1417.4t。与历史资料比较, 在过度捕捞和水域污染的影响下, 凤鲚资源量急剧下降, 此不利情况应得到重视。

关键词 长江口; 凤鲚; 生物学特征; 最大持续产量

中图分类号 S932.4 文献标识码: A

Studies on resource change and MSY of *Coilia mystus* in the Yangtze River estuary

LIU Kai, ZHANG Min-ying, XU Dong-po, SHI Wei-gang

(Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fisheries Science, Wuxi 214081, China)

Abstract Studies on biological characteristics, resources and MSY of *Coilia mystus* in the Changjiang estuary were carried out during 1997-2003. Average value of total-length and body-weight were 151mm and 14.2g. Correlation equation between total-length and body-weight of *Coilia mystus* might be expressed as $W = 0.036 \times L^{2.1874}$ and the fullness coefficient was 0.421. The amplitude of changes about absolute fecundity and relative fecundity were 4677-24159 eggs and 859-1072 eggs/g body weight respectively. Average diameter of mature egg was 0.67mm. In the corresponding period, average catch was 952.46 tons and average surplus-resource at the end of fishing season was 41.57 tons. MSY evaluated by model of schaefer was 1417.4 tons. Compared with the historical data, resource of *Coilia mystus* had dropped sharply under the effect of overharvesting and water pollution, more attention should be paid to the disadvantageous complex.

Key words: Yangtze River estuary; *Coilia mystus*; biological characteristic; MSY

凤鲚 *Coilia mystus* (Linnaeus), 又称凤尾鱼、凤尾鲚、烤籽鱼, 是河口洄游性鱼类, 我国东海、黄海、渤海均有分布, 其中长江口鱼汛最大。长江口凤鲚捕捞作业范围为东经 121°15' - 122°00', 北纬 31°10' - 31°35'。凤鲚是目前长江口唯一能形成鱼汛的经济渔获对象, 其最高产量(1974 年)曾达 5281.8t, 二十世纪八十年代平均年产量约占长江口鱼虾类总渔获量的 48.6%^[1]。经过连续高强度捕捞, 九十年代末凤

收稿日期 2004-05-20

基金项目 国务院三峡办和中国三峡工程开发公司基金(SX07-01)

作者简介 刘凯(1980-), 男, 江苏姜堰市人, 研究实习员, 从事资源评估及增殖保护方面的研究。Tel 0510-5559845, E-mail: liuk@ffrc.cn

通讯作者 施炜纲(1953-), 男, 上海市人, 研究员, 从事大水面增殖及资源方面的研究。Tel 0510-5551484, E-mail: Shiwg@ffrc.cn

鲚捕捞量急剧下降。本文从生物学和资源量两个方面对凤鲚进行了研究,并应用 Schaefer 模式估算其最大持续产量(MSY)及相应捕捞努力量(F_{msy}),以为渔业管理部门采取保护措施提供依据。

1 材料与方法

1.1 生物学特征

研究期内从长江口作业的流刺网中采集样本 1408 尾。依据泰勒公式 $W = a \times L^b$ 拟合全长—体重相关方程,每年随机抽取卵巢发育至 IV 期的雌鱼样本 30 尾,测量卵径、计算绝对怀卵量及相对怀卵量。

1.2 资源变动

研究期内在崇明、宝山各设流刺网监测船 2 艘(标准船,参数为 50HP,20T,挂网 40 片,网高 3m,宽 25m,网目 2.6cm)。进行单船日产量统计获取单位捕捞努力量渔获量,进行流刺网渔获统计,按 $M = (Y \times P) / (Q \times K \int Y)$ ——汛末沃单网平均渔获量(kg),P——估算的水域面积,Q——拖曳的水域面积(km^2),K——捕捞系数(0.7×0.7)^[2]估算汛末瞬时资源量;从上海市渔政部门获取各年捕捞量;由捕捞量和汛末瞬时资源量估算长江口凤鲚资源量。

1.3 最大持续产量

将 1990—1996 年的历史资料和研究期内获得的数据合并统计,以各年监测船单位捕捞努力量渔获量为标准对凤鲚汛期捕捞努力量进行标准化,应用 Schaefer 模式估算凤鲚最大持续产量(MSY)与相应捕捞努力量(f_{msy})。

1.4 数据处理

应用 FOXPRO 建立凤鲚资料库,应用 spss 11.5 软件进行数据统计。

2 结果

2.1 凤鲚汛期生物学

经测定 1408 尾抽样样本,汛期凤鲚全长、体重分布区间分别为 $151 \pm 22.1mm$ (Mean + stdev)和 $14.2 \pm 5.39g$ (Mean ± stdev)。1997—1999 年平均体长和体重均呈上升趋势;1999—2003 年平均体长逐年下降,平均体重 2001 起也有回落迹象。凤鲚全长优势组为 140~180mm(占样本数的 67.76%);体重优势组为 10~16g(占样本数的 51.49%) (见表 1)。凤鲚全长和体重呈幂函数相关,拟合方程为 $W = 0.036 \times L^{2.1874}$ (理想曲线见图 1),丰满度系数($100W/L^3$) = 0.421。

表 1 凤鲚汛期全长—体重分布

Tab.1 Distribution of total-length and body-weight of *Coilia mystus* in fishing season

全长分布	样本数量	百分比	体重分布	样本数量	百分比
< 100	18	1.28%	< 8	115	8.17%
≤100 < 110	30	2.13%	≤8 < 10	143	10.16%
≤110 < 120	62	4.40%	≤10 < 12	196	13.92%
≤120 < 130	117	8.31%	≤12 < 14	215	15.27%
≤130 < 140	137	9.73%	≤14 < 16	233	16.55%
≤140 < 150	201	14.28%	≤16 < 18	182	12.93%
≤150 < 160	252	17.90%	≤18 < 20	123	8.74%
≤160 < 170	283	20.10%	≤20 < 22	76	5.40%
≤170 < 180	177	12.57%	≤22 < 24	60	4.26%
≤180 < 190	68	4.83%	≤24 < 26	21	1.49%
≤190 < 200	50	3.55%	≤26 < 28	14	0.99%
≥200	13	0.92%	≥28	30	2.13%

凤鲚成熟精巢呈乳白色,卵巢呈长卵圆形,淡黄色,产浮性卵,卵粒具 1 油球。卵径分布呈单峰型,为同步成熟,属一次排卵型^[3]。成熟卵卵径变幅为 0.57~0.86mm,平均为 0.67mm。凤鲚汛期绝对怀卵量变幅在 4677~24159 粒之间,平均为 13805 粒,相对怀卵量变幅为 859~1072 粒/g 体重,个体的绝对怀卵量与体重呈线形相关(见图 2)。

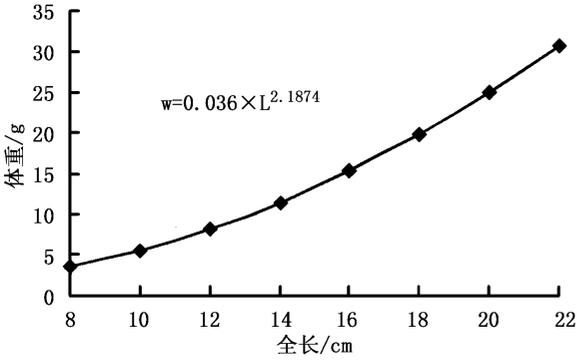


图 1 凤鲚汛期全长 - 体重相关曲线

Fig.1 Relationship curve between total-length and body-weight of *Coilia mystus* in fishing season

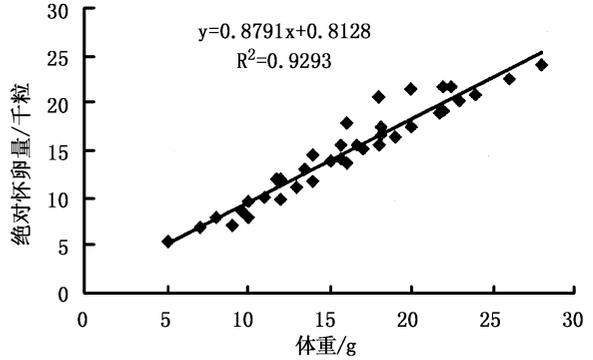


图 2 凤鲚汛期绝对怀卵量 - 体重相关曲线

Fig.2 Relationship curve between absolute fecundity and body-weight of *Coilia mystus* in fishing season

2.2 凤鲚汛期捕捞量及单位捕捞努力量渔获量

研究期内凤鲚汛期捕捞量最高为 1256.88t,最低为 509.72t,平均为 952.46t。捕捞量变动趋势呈下降走势。同期凤鲚单位捕捞努力量渔获量最大为 4.8561t,最小为 2.7558t,平均为 3.9382t。单位捕捞努力量渔获量变动趋势呈下降走势。

研究期内凤鲚捕捞量呈明显的 V 型走势。八十年代凤鲚汛期捕捞量最低(1981 年)为 1485.9t,最高(1984 年)为 2615.0t;凤鲚汛期单位捕捞努力量渔获量最低(1981 年)为 5.4947t,最高(1984 年)为 12.9444t^[1]。相比可见,研究期内凤鲚汛期捕捞量、单位捕捞努力量渔获量与八十年代相比均处在极低的水平。

2.3 凤鲚汛期汛末瞬时资源量

统计 1997 - 2003 年凤鲚汛末 3 天资料(见表 2),以公式 $M = (Y \times P)(Q \times K)$ 计算各年凤鲚汛末瞬时资源量(水域估算面积:崇明按奚家港向西至老鼠沙估算,总面积 618.982 km²、宝山按奚家港向东至东经 122°估算,总面积 1129.179km²)。结果表明:与同期捕捞量 V 型走势不同,凤鲚汛末瞬时资源量呈明显的波动上升趋势(见图 3)。

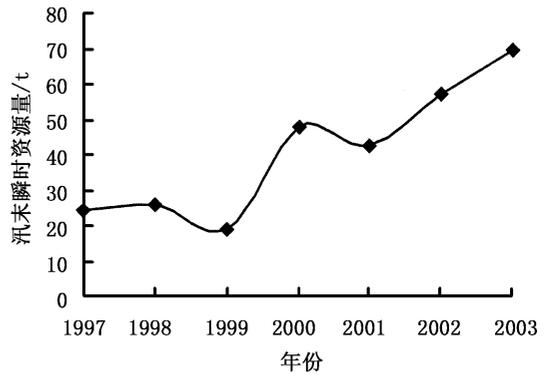


图 3 凤鲚汛期末瞬时资源量变化曲线

Fig.3 Diversification curve of surplus-resource of *Coilia mystus* at the end of fishing season

2.4 凤鲚汛期资源量

1997 - 2003 年凤鲚资源量最高为 1327.89t,最低为 558.05t,平均为 994.03(见表 3)。由于资源量中捕捞量远高于汛末瞬时资源量,因此凤鲚资源量的波动曲线和捕捞量基本一致,也呈现明显的 V 型反转形态。从 2000 年开始凤鲚资源量呈恢复性上升态势。

2.5 最大持续产量与相应捕捞努力量

以 1990 至 2003 年河口区凤鲚监测船单位捕捞努力量渔获量为标准对各年凤鲚捕捞努力量进行标

表 2 长江口凤鲚汛末瞬时资源量统计参数

Tab.2 Statistics parameters of surplus-resource of *Coilia mystus* at the end of fishing season in the Yangtze River estuary

		水域估算面积(km ²)		618.982			
		年份	拖曳宽度(m)	拖曳距离(km)	汛末单网均产(kg)	三天总捕网次(net)	汛末瞬时资源量(t)
崇 明 水 域	1997		562.5	4	37.80	4	21.22
	1998		1057.5	3	48.25	3	19.21
	1999		562.5	4	1.04	21	0.58
	2000		562.5	4	47.33	6	26.57
	2001		562.5	4	44.88	9	25.19
	2002		562.5	4	32.66	9	18.34
	2003		562.5	4	62.25	8	34.81
			水域估算面积(km ²)		1129.179		
		年份	拖曳宽度(m)	拖曳距离(km)	汛末单网均产(kg)	三天总捕网次(net)	汛末瞬时资源量(t)
宝 山 水 域	1997		2000	5.5	15.00	16	3.14
	1998		2700	4.5	38.65	4	7.33
	1999		1000	3	24.25	6	18.63
	2000		1000	3	28.33	3	21.76
	2001		1000	3	23.58	8	18.12
	2002		1000	3	51.93	7	39.89
	2003		1000	3	47.13	8	36.20

标准化 捕捞努力量 = 捕捞量/单位捕捞努力量渔获量。对捕捞量和相应捕捞努力量进行相关检验 ,其

中 1997 - 2003 年检验结果为 $R = \frac{\sum(X - \bar{X}) * (Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2 * \sum(Y - \bar{Y})^2}} = 0.879 > r_{0.01} = 0.875$ 相关极显著 ;1990

- 2003 年检验结果为 $R = 0.262 < r_{0.05} = 0.532$ 相关不显著。应用 Schaefer 模式估算长江口凤鲚最大持续产量(MSY)和相应捕捞努力量(F_{msy})。

模式方程 $Y = R(B_{\infty} - F/k)[B_{\infty} - \text{种群最大资源量}] - qF$ —— 捕捞努力量 q —— 可捕系数 k —— 模式参数]

$$Y = q \times B_{\infty} \times f - q^2/k \times f^2$$

$$\text{平衡状态下 } dy/df = a - 2b \times f = 0$$

$$a = 9.5242, b = 0.016;$$

$$M_{sy} = a^2/4b = 1417.4 \quad F_{msy} = a/2b = 297.6$$

应用 Schaefer 模式估算长江口凤鲚最大持续产量(MSY)为 1417.4t ,相应捕捞努力量(F_{msy})为 297.6 艘(参数见表 4、曲线见图 4)。由于 1990 - 1996 年间监测船参数不完全统一 ,标准化时存在一定的误差 ,相关检验不显著 ,因此 ,估算出的最大可持续产量也可能存在一定的偏差。

表 3 长江口凤鲚汛期资源量统计参数

Tab.3 Statistics parameters of resource of *Coilia mystus* in fishing season in the Yangtze River estuary

年 份	总捕捞量(t)	汛末瞬时资源量(t)	资源总量(t)
1997	1019.78	24.36	1044.14
1998	1252.35	26.54	1278.89
1999	1219.52	19.21	1238.73
2000	509.72	48.33	558.05
2001	551.16	43.31	594.47
2002	857.81	58.23	916.04
2003	1256.88	71.01	1327.89

表 4 1990-2003 年长江口凤鲚汛期最大持续产量统计参数

Tab.4 Statistics parameters of MSY of *Coilia mystus* in fishing season in the Yangtze River estuary

年份	捕捞量(t)	单位捕捞努力量渔获量(t)	捕捞努力量(艘)
1990	1351.00	4.0939	330
1991	833.00	2.5242	330
1992	1107.00	3.3545	330
1993	1407.00	4.2636	330
1994	2432.00	8.1338	299
1995	3252.00	12.6537	257
1996	1506.00	6.3814	236
1997	1019.78	4.8561	210
1998	1252.35	3.7950	330
1999	1219.52	3.7756	323
2000	509.72	4.3748	115
2001	551.16	2.7558	200
2002	857.81	3.4312	250
2003	1256.88	4.5212	278

3 讨论

凤鲚汛期生殖群体主要分布于崇明岛长江南支,北支几乎没有。研究期内凤鲚全长、体重优势组分别为 140~180mm 和 10~16g,与张国祥^[1]的研究结果相比有所下降;平均怀卵量 13805 粒,大于曾强等^[4]报道的 7403.48 粒、张国祥^[1]报道的 10687 粒以及倪勇等^[3]报道的 13256 粒。成熟卵卵径平均为 0.67mm,小于袁传必等报道的 0.9~1.0mm。综合分析研究期内凤鲚生物学指标:与七、八十年代相比绝对繁殖力明显增强而卵径显著减小;凤鲚个体趋于小型化;全长指标已经连续五年下降,体重指标也有回落迹象,可见捕捞强度的不适宜已经对其生物学产生了不利影响。

凤鲚捕捞区域主要分布在崇明南门港到横沙、九段沙之间。研究期内凤鲚捕捞量呈 V 型走势,年均捕捞量 952.46t,这仅为 1980-1996 年年均产量(1866.22t)的 50%。根据 1990-2003 年监测资料应用 Schaefer 模式估算长江口凤鲚最大持续产量为 1417.4t,仅为张国祥报道的 2187.6t 的 64.79%。从资源量角度来看,凤鲚资源不容乐观。

适当加强经济鱼类的捕捞强度会促进其生长速度和种群繁殖力,但如果捕捞过度就会破坏种群的调节机制^[2]。凤鲚经过七、八十年代的持续高产产量大幅下降,经分析可能有以下几个方面的原因:(1)凤鲚种群适应捕捞强度的调节机制已经遭到破坏,种群恢复能力已经无法适应过高的捕捞强度;(2)以往年份的高产量是由流刺网网目减小为前提的。网目尺寸已由原先的 3 厘米以上降为 2.6 厘米;(3)实际可捕区域在逐步缩小。大量水域被鳗鲡桩和捕蟹苗的定置网所覆盖,阻塞了凤鲚流刺网的作业通道^[5];(4)沿岸大型企业相继建立,航运业迅速发展,污染日益严重。凤鲚繁殖、分布水域水环境污染加剧。1997 年 5 月倪勇等在外高桥外侧江段调查发现密度为 61 粒/m² 的凤鲚卵中,有 40% 已经死亡^[6]。

凤鲚作为一种生殖群体基本为补充群体的小型洄游性鱼类,其对环境的适应能力明显强于其他生长周期较长的鱼类,这一点可以从其近年来的生殖指标的变化得到验证;当捕捞压力有所减轻或水域环境有所改善时,相比其他大、中型鱼类会得到更快的恢复。因此,渔政部门适当控制捕捞努力量将是保护凤鲚资源最直接、有效的方法;其次加强对排污口的污水处理、控制入江污水量也是保护凤鲚以及其

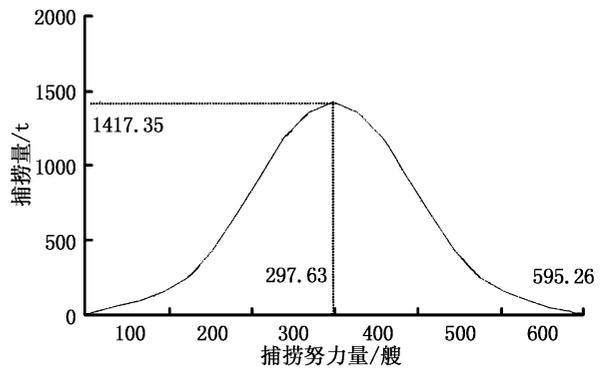


图 4 凤鲚汛期持续产量和捕捞努力量理想曲线

Fig.4 Ideal curve between continuous-catches and fishing-effort in fishing season of *Coilia mystus*

他经济鱼类的必要措施。另外,由于三峡水库蓄水调节以及正在施工的南水北调工程日后向北方调水,原先凤鲚繁殖季节到达河口区的水量将会明显减少,因海水上溯产生的盐度变化可能会造成其产卵场西移^[7],这可能会引发其繁殖水域的生态环境产生一系列的变化,而且将直接增大凤鲚亲体被捕获的几率,这一因素对凤鲚资源产生的不利影响还有待研究。

参考文献：

[1] 张国祥,华家栋.长江口凤鲚资源的变动及其最大持续产量的估算[J].水产科技情报,1990,17(5):130-134.
 [2] 施炜纲,王 博.长江河口区凤鲚的资源现状[J].水生生物学报,2002,26(6):648-653.
 [3] 倪 勇,王云龙,蒋 玫,等.长江口凤鲚的渔业生物学特性[J].中国水产科学,1999,18(5):69-71.
 [4] 曾 强,董方勇.凤鲚群体的生物学特性及因数关系的研究[J].湖泊科学,1993,5(2):164-170.
 [5] 陈渊泉,龚 群,黄卫平,等.长江河口区渔业资源特点、渔业现状及其合理利用的研究[J].中国水产科学,1999,18(5):48-51.
 [6] 倪 勇.长江口凤鲚的渔业及其资源保护[J].中国水产科学,1999,18(5):75-77.
 [7] 董方勇.南水北调东线工程对长江口渔业资源的影响[J].长江流域资源与环境,1997,12(2):168-172.

中国水产学会第五届青年学术年会优秀论文

目 录

一等奖

红鲤体重和形态性状的发育数量遗传学分析 王成辉,李思发,刘志国
 东海区渔业资源的区域合作管理和共同养护研究..... 郭文路,黄硕琳

二等奖

配饵中不同大豆浓缩蛋白含量对中华绒螯蟹消化酶活力和肌肉氨基酸含量的影响
 李二超,于丰军,陈立侨,李 康,彭士明,顾顺樟,蔡永久
 几何相似原理在过滤性渔具网目选择性研究中的应用 张 健
 养殖梭子蟹酵母菌病感染初步研究..... 许文军,施 慧,钱 冬,徐汉祥
 三种群三角帆蚌杂交 F₁ 与其亲本的遗传差异 董志国,李家乐,郑汉丰

三等奖

建立渔业资源保护区对区域渔业经济的影响 刘 樱,高 健,程金成
 分级频率对异育银鲫生长和个体大小变异的影响..... 熊 瑛,王 岩
 大豆胰蛋白酶抑制剂对白鲢鱼丝氨酸蛋白酶的作用 蒋欣静,王锡昌,周常义,翁 凌,曹敏杰
 水产品肌肉组织氯霉素残留量检测方法的对比分析
 李 荣,艾晓辉,邹世平,伍 刚,徐 进,王 鹏
 量化栅栏技术和创建生长/非生长界面模型对食品保藏的意义 别春彦,杨宪时
 藻类浓度、水温对毛蚶氮、磷排泄的影响..... 沈和定,王丽娟,张饮江,周培根,吴建中,张一岩
 芳香化酶抑制剂 letrozole 对赤点石斑鱼性逆转的作用 李广丽,刘晓春,林浩然
 5 种笛鲷属鱼类的遗传多样性及分子标记研究 刘 丽,刘楚吾
 鲤春病毒血症病毒(SVCV)的研究进展 付 峰,刘 荏,黄 健,蔡生力