

文章编号: 1674 - 5566(2010)06 - 0814 - 08

## 长江口日本鳗鲡苗汛特征及捕捞量时空变动

刘 凯, 段金荣, 徐东坡, 张敏莹, 施炜纲

(农业部长江下游渔业资源环境重点野外科学观测试验站, 中国水产科学研究院内陆渔业生态环境和资源重点开放实验室, 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏 无锡 214081)

**摘 要:** 根据在长江口东旺沙、横沙、铜沙、南汇和奉贤等水域(121°45′ - 121°58′E, 30°48′ - 31°36′N)的专项调查数据,对1997 - 2008年长江口鳗苗监测期渔获规格和捕捞量进行了研究,并对最大持续产量进行了估算。长江口鳗苗主汛期为2月至3月,捕捞量占各年总捕捞量的比例为64.53% ~ 94.10%,平均为79.32%。各年苗汛高峰最早出现于2月3日,最晚出现于3月15日,捕捞量分布形态主要有单峰型和双峰型,其中1999年、2000年、2004年和2006年为双峰型,两峰间隔平均为36 d。鳗苗平均全长和体重分别为(54.9 ± 3.4) mm和(92 ± 18) mg,全长和体重呈幂函数相关。1 - 4月平均全长和体重均呈上升趋势,其中全长的月均增幅为3.10%,体重则为9.74%。1997 - 2008年长江口鳗苗监测期有证捕捞船数量为954 ~ 4 713艘,平均为2 190艘,同期总捕捞量为0.830 ~ 8.897 t,平均为3.784 t。应用Schaefer模式估算长江口鳗苗最大持续捕捞量为4.828 t,相应捕捞努力量为2 041艘。1 - 4月鳗苗成活率逐月上升,单船捕捞量为2月 > 3月 > 1月 > 4月;铜沙水域鳗苗成活率最高,单船捕捞量则为南汇水域最高。结果表明鳗苗捕捞量自2003年起大幅回升,但年间波动剧烈,且近期已呈下降趋势。为实现鳗苗资源可持续利用,建议采取措施严厉打击无证作业,动态安排捕捞证发放数量,合理控制鳗苗出口比例以及将捕捞期调整为2月 - 3月。

**关键词:** 长江口; 日本鳗鲡; 苗汛; 时空特征; 最大持续捕捞量

中图分类号: S 932.4 文献标识码: A

## Studies on distribution characteristics and catching indexes fluctuation in fishing season of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary

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

(Key Field Station of Observation and Research for Fishery Resources and Environment of the Lower Reaches of Yangtze River, Ministry of Agriculture; Key Laboratory of Ecological Environment and Resources of Inland Fisheries; Freshwater Fisheries Research Center, CAFS, Wuxi 214081, China)

**Abstract:** Based on the data of special investigation in waters of Dongwangsha, Hengsha, Tongsha, Nanhui and Fengxian(121°45′ - 121°58′ E, 30°48′ - 31°36′ N), studies on capture size and yield in monitoring season of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary were carried out during 1997 - 2008, at the same time MSY was estimated. In the Yangtze River Estuary, the combined catch in February and March accounted for 64.53% to 94.10% of annual yield with an average of 79.32%. In the past years, peak of

收稿日期: 2010-02-25

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(200903048 - 03); 中央级公益性科研院所基本科研业务专项(2009JBF08, 2007JBF05); 国家科技基础条件平台项目(2007DKA30470)

作者简介: 刘 凯(1980 -),男,硕士,助理研究员,主要从事渔业生态学方面的研究。E-mail: liuk@ffrc.cn。

通讯作者: 施炜纲, E-mail: shiwg@ffrc.cn

catch appeared the earliest on February 3 and the latest on March 15. In 1999, 2000, 2004 and 2006, shape of daily catch fluctuation showed two peaks with an interval of 36 days equally. Livability of elvers of Japanese eel rose by month from January to April, and the results showed that unit catch peaked in February, followed by in March, January and April. In all of the surveyed areas, livability of elvers caught in Tongsha station was higher than that in others, and so was unit catch in Nanhui station. Mean values of total length and body weight were  $(54.9 \pm 3.4)$  mm and  $(92 \pm 18)$  mg respectively. Values of two biological parameters increased gradually from January to April, and monthly increased ratio of total length was 3.10%, compared with 9.74% of body weight. In monitoring season during 1997–2008, permissive boats ranged from 954 to 4 713 units, with an average of 2 190 units. At the same time, annual yield ranged from 0.830 to 8.897 tons, with an average of 3.784 tons. MSY evaluated by Schaefer was 4.828 tons, and corresponding fishing effort were 2041 units. The results indicated that annual yield of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary increased significantly since 2003, but sharp fluctuation with a downward trend could also be found during 2003–2008. To achieve the sustainable utilization of resource of elvers of Japanese eel, this paper proposed that measures should be taken as soon as possible to put the lid on illegal fishing activities severely, arrange the numbers of fishing licenses dynamically, control the export proportion reasonably and shorten allowable fishing period to two months(February to March).

**Key words:** the Yangtze River Estuary; Japanese eel; seedling season; temporal and spatial characters; MSY;

日本鳗鲡(*Anguilla japonica*)隶属于鳗鲡目(*Anguilliformes*),鳗鲡科(*Anguillidae*),鳗鲡属(*Anguilla*),俗称河鳗、白鳢,为降河洄游性鱼类。日本鳗鲡成鱼通常于江河湖泊等水域生长发育,性成熟时洄游至深海繁殖。刚孵出的仔鳗通体透明,于暖流海面以下随海流漂移,到达我国江河口时已由柳叶鳗变态发育为线状透明幼鳗,俗称白仔鳗即鳗苗。每年12月至次年6月鳗苗集群溯河进入淡水,在我国沿海的江河入海口形成苗汛,其中长江口历来是我国主要的鳗苗产区。长江口鳗苗捕捞始于上世纪70年代,随着国内外日本鳗鲡养殖业迅速发展,我国沿海捕捞的鳗苗供不应求,价格也居高不下。尽管其捕捞管理模式早已从初期的自由捕捞转变为凭证捕捞<sup>[1]</sup>,但高额利润的刺激使得长江口鳗苗捕捞强度一直在高位徘徊,从而导致鳗苗捕捞量在上世纪末出现了严重衰退。在此期间,关于鳗苗的调查研究主要涉及种群结构<sup>[2-3]</sup>、溯河生态<sup>[4-6]</sup>和遗传结构<sup>[7]</sup>,而针对长江口苗汛特征和捕捞量的系统性研究未见报道。本文对1997–2008年间鳗苗渔获规格、汛期特征和捕捞量等指标进行了跟踪监测,估算了其最大持续捕捞量,客观分析了长江口鳗苗资源所面临的外界扰动并提出了相应的保护措施,以期为该水域鳗苗资源的可持续利用提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 监测站位及监测参数

1997–2008年在长江口如图1所示的北八淤–东旺沙(A–简称东旺沙,中心经纬度 $121^{\circ}50'24''E$ ;  $31^{\circ}36'35''N$ )、南六淤–横沙(B–简称横沙,中心经纬度 $121^{\circ}45'36''E$ ;  $31^{\circ}25'48''N$ )、大治河口至铜沙(C–简称铜沙,中心经纬度 $121^{\circ}58'48''E$ ;  $31^{\circ}1'12''N$ )、南汇嘴东南(D–简称南汇,中心经纬度 $121^{\circ}58'40''E$ ;  $30^{\circ}53'51''N$ )和芦潮港西南(E–简称奉贤,中心经纬度 $121^{\circ}48'55''E$ ;  $30^{\circ}48'03''N$ )等5处水域内分别设置鳗苗张网监测船只1~2艘(50 HP, 20 t, 单片网高1 m, 宽4 m, 挂网100片);本研究监测期为1月1日至4月30日,各年实际作业天数因受到气象和水文因素的影响而有所差异;监测期内对每天两次潮汛的捕捞量分别统计并汇总,生物学测定每月进行1次。

### 1.2 数据来源

根据1997–2008年所设监测船的调查数据统计单船捕捞指标;发证数量来自于上海市渔政管理部门;捕捞量数据来自于长江三峡工程生态与环境监测公报;根据2006–2008年监测期内采集的鳗苗样本统计渔获规格,分别使用IP67型数

显卡尺和 METTLER 电子天平测定样本全长和体重,其中全长测度方法为自吻端至尾鳍末端的直线距离。

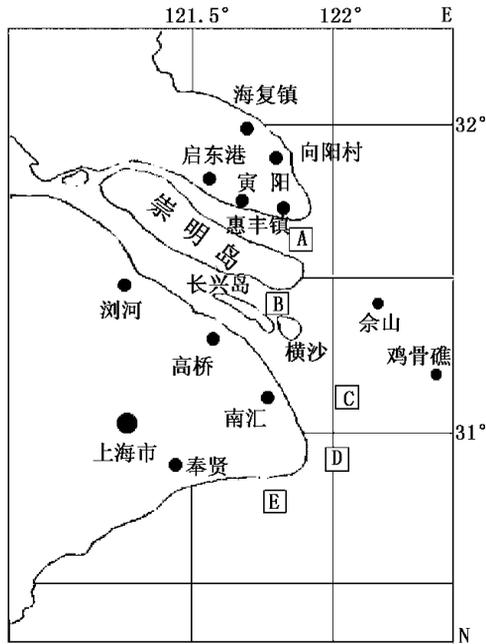


图 1 监测站位示意图

Fig. 1 Sketch of investigating stations

### 1.3 最大持续捕捞量估算

根据长江口鳗苗总捕捞量和监测船单船捕捞量对各年鳗苗监测期捕捞努力量进行标准化,应用 Schaefer 模式<sup>[8]</sup>估算最大持续捕捞量 (MSY) 与相应捕捞努力量 (fmsy),公式如下:

$$f = Y/CPUE \tag{1}$$

$$Y = F(B_{\infty} - F/k) \tag{2}$$

$$F = q \times f \tag{3}$$

$$Y = q \times f \times B_{\infty} - q^2/k \times f^2 \tag{4}$$

$$a = q \times B_{\infty}, b = q^2/k \tag{5}$$

$$f = a/2b, Y = a^2/4b \tag{6}$$

式中:  $f$  为捕捞努力量;  $Y$  为捕捞量;  $CPUE$  为单位捕捞努力量;  $F$  为捕捞死亡系数;  $B_{\infty}$  为种群最大资源量;  $k$  为模式参数;  $q$  为可捕系数; 其中式 (3) - (6) 为式 (2) 推导所得,式 (6) 为式 (4) 在平衡状态下对  $f$  求导所得。

### 1.4 数据处理

分别统计监测期内每天昼夜两汛的捕捞量, 依此比较昼夜苗汛密度差异; 统计各年监测期每天的合并捕捞量, 依此确定苗汛峰值; 成活率为

各年监测期内起网时成活鳗苗数量占总捕捞数量的比例。使用 Excel 对数据进行汇总统计, 使用 SPSS 15.0 软件对数据进行方差分析 (ANOVA) 和多重比较 (Duncan,  $\alpha = 0.05$ ), 并拟合全长 - 体重相关关系, 根据相关系数确定最佳关系式。

## 2 结果

### 2.1 长江口鳗苗监测期苗汛特征

#### 2.1.1 生物学特征

2006 - 2008 年鳗苗监测期内在长江口监测水域共采集样本 1591 尾, 方差分析结果显示全长和体重不同年份间差异不显著 ( $P > 0.05$ )。所有样本合并统计全长范围为 45.2 ~ 65.6 mm, 平均为  $(54.9 \pm 3.4)$  mm, 其中 74.79% 的个体集中于 50 ~ 58 mm 区间 (图 2); 体重范围为 47 ~ 150 mg, 平均为  $(92 \pm 18)$  mg, 其中 74.89% 的个体集中于 70 ~ 110 mg 区间 (图 3)。各月份抽样样本的渔获规格差异显著, 呈逐月上升趋势, 且体重的增速大于全长, 两指标的月均增幅分别为 3.10% 和 9.74% (图 4)。4 月渔获规格增速显著大于 1 月、2 月和 3 月, 这从全长和体重相关关系的变化上也有所体现, 其中 1 - 3 月全长和体重呈线性相关, 拟合方程分别为  $W = 5.2490L - 196.3253$  ( $R^2 = 0.9615$ ),  $W = 5.6297L - 215.7747$  ( $R^2 = 0.9426$ ) 及  $W = 5.3241L - 199.9946$  ( $R^2 = 0.9666$ ), 4 月则呈幂函数相关, 拟合方程为  $W = 3.4562 \times 10^{-4}L^{3.1123}$  ( $R^2 = 0.9279$ ), 1 - 4 月合并统计呈幂函数相关, 拟合方程为  $W = 2.3829 \times 10^{-4}L^{3.2077}$  ( $R^2 = 0.9578$ )

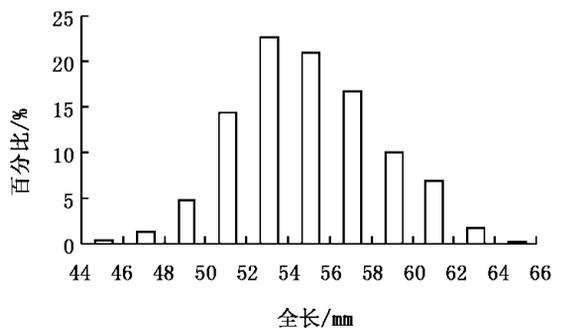


图 2 长江口鳗苗监测期全长分布

Fig. 2 Total length distribution of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary

### 2.1.2 苗汛高峰

长江口苗汛高峰出现于2-3月,最早为2月3日(1998年),最晚为3月15日(2005年),从发汛(第一次出现鱼汛)至出现汛峰一般需要40~50 d,平均为42 d。监测期捕捞量分布形态主要有单峰型和双峰型两种,其中1999年、2000年、2004年和2006年为双峰型,基本为后峰高于前峰,两峰间隔平均为36 d,其余年份为单峰型。

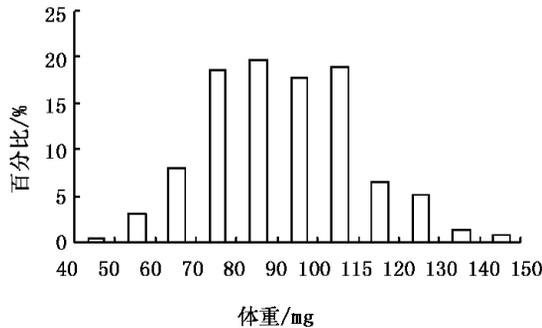


图3 长江口鳗苗监测期体重分布

Fig. 3 Body weight distribution of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary

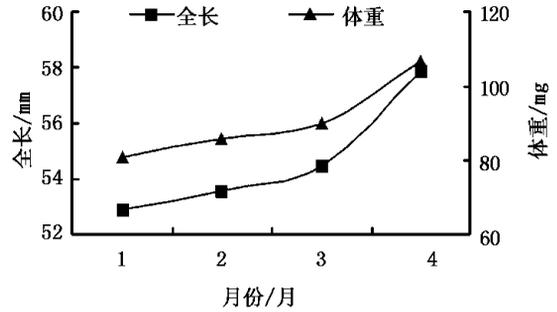


图4 长江口鳗苗监测期渔获规格变动

Fig. 4 Variation of capture sizes in monitoring season of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary

### 2.1.3 监测期鳗苗捕捞量分布

监测期内1月鳗苗数量逐渐增多,2月-3月为主汛期,4月以后逐步下降。研究期内监测船主汛期的捕捞数量占各年总捕捞数量的比例为64.53%~94.10%,平均为79.32%,1月和4月捕捞数量较低。2005年起2月份捕捞数量比例有所下降,3月和4月则趋于上升,这一趋势表明鳗苗主汛期近年有所后移(表1)。

表1 长江口鳗苗监测期捕捞数量分布

Tab. 1 Catch distribution in monitoring season of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary during 1997-2008 (%)

年份	1月	2月	3月	4月
1997	5.90	75.66	18.44	0.00
1998	20.90	54.60	22.82	1.69
1999	4.28	36.85	46.78	12.09
2000	11.40	31.95	32.58	24.07
2001	10.32	75.49	13.14	1.05
2002	23.38	48.49	26.66	1.47
2003	18.73	49.13	24.72	7.42
2004	11.19	53.27	31.74	3.79
2005	7.14	23.29	57.20	12.37
2006	15.63	33.87	41.79	8.71
2007	8.54	36.58	40.32	14.56
2008	13.17	43.88	32.56	10.39

### 2.1.4 苗汛的昼夜差异

长江口鳗苗昼夜潮汐存在着一定差异,夜汛单位时间渔获量基本高于昼汛,但差异不大。设于横沙水域的监测船2004-2008年连续监测结果显示,各年份昼汛每小时渔获量依次为78尾、62尾、113尾、48尾和34尾,平均为65尾,夜汛则依次为77尾、67尾、137尾、61尾和56尾,平均为77尾,即除2004年两者持平外其余年份均为夜汛高于昼汛。

## 2.2 长江口鳗苗监测期捕捞指标

### 2.2.1 捕捞指标的年间变动

1997-2008年长江口鳗苗监测期有证捕捞船数量为954~4713艘,平均为2190艘,同期总捕捞量最高为8.897 t,最低为0.830 t,平均为3.784 t;监测船作业期跨度为40~115 d,平均为99 d;实际作业天数为19~74 d,平均为58 d;单船捕捞量为593~52298尾,平均为13894尾;成活率为80.00%~94.78%,平均为91.13%;鳗苗

收购单价为 1.43 ~ 10.49 元,平均为 4.72 元;单船产值为 12 193 ~ 141 505 元,平均为 55 796 元。研究期内鳗苗监测期发证数量自 1998 年大幅下滑后又呈回升态势,监测船全汛作业天数和成活率均波动上升,前者近期有所回落,后者的变动则趋于平稳。单船捕捞量除 2003 年异常变动外

基本呈稳步上升趋势,同期单船产值的变动由于受到收购单价的影响而有所差异,但总体也趋于上升并处在相对高位。鳗苗总捕捞量自 1999 年开始回升,2002 年后剧烈波动,峰谷比高达 5.16 倍,近期仍无趋稳迹象(图 5)。

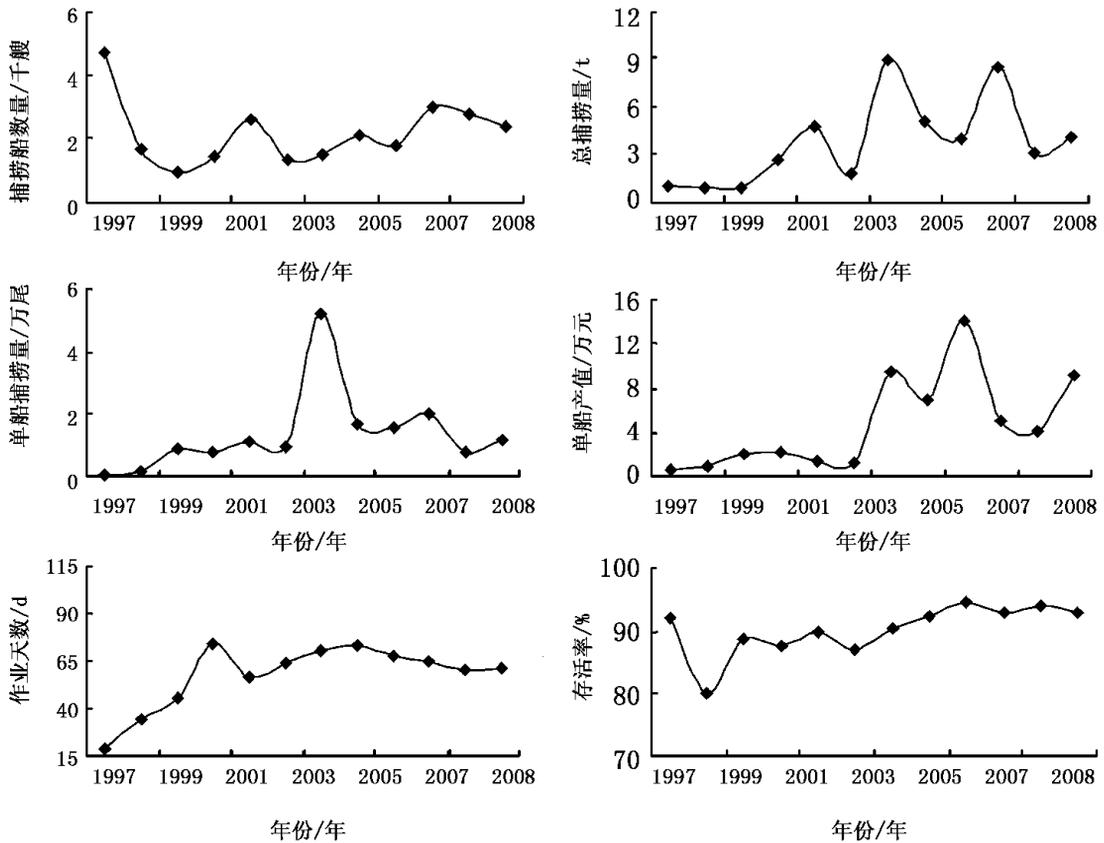


图 5 长江口鳗苗监测期捕捞指标

Fig. 5 Catch indexes in monitoring season of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary during 1997 - 2008

2.2.2 捕捞指标的月份差异及空间差异

长江口鳗苗监测期作业天数依次为 2 月 > 3 月 > 1 月 > 4 月,成活率逐月上升;鳗苗收购单价基本为 3 月 > 2 月 > 4 月 > 1 月,以 2008 年为例,1 - 4 月份平均单价分别为 6.88 元、8.28 元、9.04 元和 7.79 元,因此单船捕捞量和产值变动趋势有所差异,捕捞量依次为 2 月 > 3 月 > 1 月 > 4 月,而产值则为 3 月 > 2 月 > 4 月 > 1 月;同时受鳗苗密度及气象因素的影响,各水域监测期可作业天数差异较大,依次为南汇 > 东旺沙 > 奉贤 > 横沙 > 九段沙;成活率表现出明显的规律性,即九段沙水域捕捞的鳗苗成活率最高,随着捕捞区域的内移成活率逐渐下降;各水域收购单价基本

接近,因此鳗苗单船捕捞量和产值走势基本一致,均为南汇水域最高,铜沙和奉贤水域接近,东旺沙水域最低,同样呈现向口内递减的趋势(图 6)。

2.3 最大持续捕捞量估算

根据 1998 - 2008 年的捕捞量 - 捕捞努力量参数(表 2),应用 Schaefer 模式估算长江口鳗苗最大持续捕捞量。首先对两参数间的二次多项式回归关系进行检验,结果显示捕捞量和相应捕捞努力量之间的回归关系不显著。因此依照上述数据估算最大持续捕捞量存在一定的误差,仅为鳗苗资源现状研究提供参考。

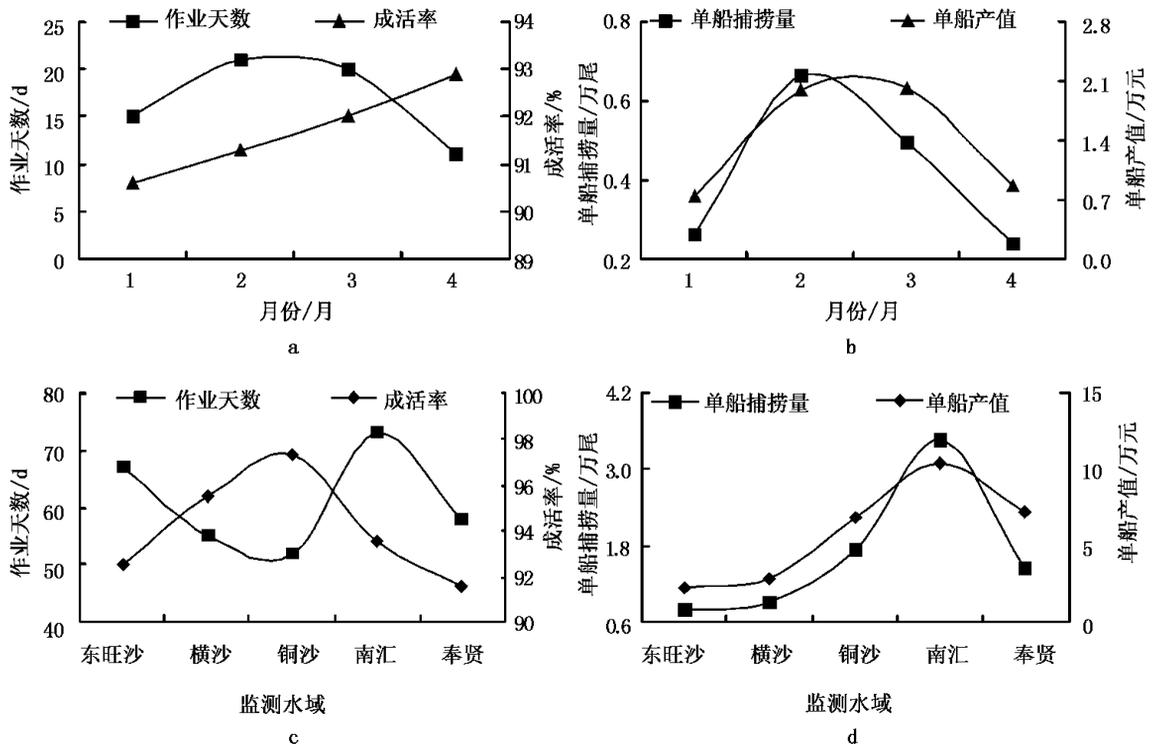


图 6 长江口鳗苗监测期主要指标的时空特征(1997 - 2008)

Fig.6 Temporal and spatial characters of major indexes of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary during 1997 - 2008

表 2 鳗苗监测期捕捞量统计参数  
Tab.2 Correlative statistics parameters of catch in monitoring season of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary during 1998 - 2008

年份	捕捞量(t)	单位捕捞努力量渔获量(10 <sup>-3</sup> t)	捕捞努力量(艘)
1998	0.830	0.246	337.3
1999	0.935	1.252	747
2000	2.600	1.093	237.8
2001	4.778	1.623	294.4
2002	1.725	1.370	125.9
2003	8.897	7.479	119.0
2004	5.101	2.443	208.8
2005	3.963	2.233	177.5
2006	8.466	2.919	290.0
2007	3.072	1.113	276.0
2008	4.061	1.690	240.3

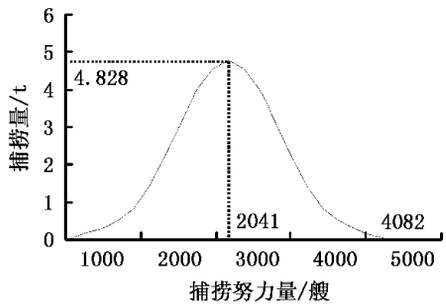


图 7 鳗苗汛期最大持续捕捞量理想曲线  
Fig.7 Ideal curve of MSY in fishing season of elvers of Japanese eel in the Yangtze River Estuary during 1998 - 2008

根据连续的  $Y$  和  $f$  数据拟合出  $a = 4.7312$ ,  $b = 0.0012$ ; 因此应用 Schaefer 模式估算长江口鳗苗最大持续捕捞量(MSY)为 4.828 t, 相应捕捞努力量(fmsy)为 2 041 艘(图 7)。

### 3 讨论

#### 3.1 长江口日本鳗苗汛特征

日本鳗产卵场的准确位置至今尚未有定论, 现有的推论均是基于各水域仔鳗的捕捞量及生物学指标。解玉浩等<sup>[2,4,8]</sup>根据黄海北部鳗苗

的溯河日期、平均日龄以及黑潮暖流北上速度等参数判断东京大学 Tsukamoto<sup>[9]</sup>所认定的日本鳗鲡产卵场范围在冲绳以南、菲律宾群岛以东、马里亚纳群岛以西海域的推论是可信的,他认为产自该水域的柳叶鳗被北赤道海流带到台湾东南的黑潮源流海区,然后随黑潮主轴北上至我国沿海。鳗苗到达我国东部沿海的时间与洄游路线和距离密切相关,同时复杂的海流系统和较低的近岸水温均会对鳗苗的洄游和溯河产生阻滞作用,因此我国主要河口的鳗苗溯河日期由南向北逐步推延:长江口鳗苗溯河盛期为2-3月,福建九龙江口为1月至3月<sup>[10]</sup>,辽宁黄海沿岸则在4月中旬以后<sup>[2]</sup>。研究期内鳗苗渔获规格明显小于陈渊泉等<sup>[11]</sup>的报道结果,其中体重的差异更为显著,全长和体重幂函数方程的b值较小也反映了这种差异。由于未见关于其它河口鳗苗群体的近期报道,而且渔获规格偏小与使用酒精浸泡导致样本发生一定程度的脱水有关系,因此鳗苗溯河群体是否出现小型化还有待进一步跟踪调查,对其变动趋势应当加以关注。长江口鳗苗监测期渔获规格逐月递增,且体重的增速大于全长,这与连珍水等<sup>[12]</sup>和吕小梅等<sup>[13]</sup>的研究报道相同,表明了鳗苗的溯河洄游具有明显的时间特征。长江口鳗苗的发汛形态以单峰型为主,夜汛捕捞量高于昼汛,主汛期捕捞量比例近期呈下降趋势。长江口水域的水温、溶氧以及水质状况在时间和空间上均有所差异,同时气象及水文等外部条件对各水域捕捞作业的干扰程度也不尽相同,因此鳗苗监测期捕捞指标也表现出显著的时空差异:成活率和单船捕捞量两项指标具有显著的时空差异:鳗苗群体渔获规格逐月递增的同时其个体抵抗力也相应增强,因此成活率表现出逐月递增的时间特征,同时由于口内、口外的水体盐度存在较大差异,加之口内水文条件复杂以及水质劣于口外,成活率还呈现出向口内递减的空间特征;单船捕捞量呈现的时间特征(2月>3月>1月>4月)应取决于鳗苗的洄游习性和长江口水域的生态因子限制,而该水域鳗苗资源密度呈现由南向北、由外向内递减的空间特征则是监测期内大量渔民在长江口水域层层设网、密集捕捞的直接反映。

### 3.2 长江口鳗苗捕捞量波动

上世纪90年代至今鳗苗捕捞量经历了大起

大落的变动过程,主要可以分为4个阶段:(1)1991-1996年为高捕捞强度高捕捞量阶段,捕捞量和捕捞船只数量呈正相关,捕捞量为1.025-5.214 t,平均为3.680 t,同期发证数量平均为6338张,其中1994年发证7926张,为90年代至今的最高点(1);(2)1997-1999年为捕捞量萎缩阶段,期间发证数量大幅下降,1999年仅954张,为发证数量最低点,捕捞量也急剧萎缩至不足1 t,均值为0.914 t;(3)2000-2002年为捕捞量回升阶段,捕捞量和捕捞船只数量呈正相关,捕捞量为1.725-4.778 t,平均为3.034 t,同期发证数量也有所增加,平均为1798张;(4)2003年-2008年为捕捞量大幅上升阶段,期内发证数量相对稳定,平均为2260张,尚不及90年代初水平的50%,但同期捕捞量急剧上升,最高至2003年的8.897 t,平均为5.593 t,已超过了90年代初的平均水平。研究期内鳗苗捕捞量自1999年触底后开始回升,在2003年至今已经维持了6年的相对高产水平,且同期发证数量相对稳定,这与90年代末捕捞强度的大幅下降应有重要关系,持续3年的低产给鳗苗资源提供了难得的喘息机会,另一方面2000年以后张网逐步发展为主要捕捞网具,因此发证数虽未显著增加,但单船捕捞量整体水平大幅上升,从而也促进了捕捞量的回升。此外鳗苗资源与黑潮暖流关系密切,后者弯曲摆动所带来的流径和流量等水文变化对鳗苗捕捞量的大幅波动也应有重要影响。在肯定鳗苗资源确有恢复的同时,也应注意到自2003年起捕捞量虽维持在较高的水平,但剔除2个高点后,平均水平也仅为4.049 t,且年间变动已呈下降趋势,同时当前捕捞努力量相比最大持续捕捞量对应的捕捞努力量高出17.74%,但捕捞量相比估算最大持续捕捞量低15.89%,已表现出显著的背离;另外因燃料价格持续上涨以及渔业资源衰退,部分近海作业船只因捕捞成本大幅上升转而捕捞鳗苗以提高经济效益,加之原有的无证作业船只,这部分额外捕捞强度不容忽视。

### 3.3 关于鳗苗资源保护的建议

在日本鳗鲡人工繁殖取得突破前,保护鳗苗资源最有效的方法就是控制捕捞强度。针对于此提出以下几点建议:(1)加强资源调查,动态掌握长江口鳗苗苗汛特征和分布情况,并以此为依据合理控制捕捞证发放数量。鉴于2003-2008

年鳗苗捕捞量均值为 5.593 t,已显著高于估算最大持续捕捞量(4.828 t),同期发证数量平均为 2 260张,也已大幅高于相应捕捞努力量(2 041艘),因此建议在未获得更为详尽的数据之前,如果鳗苗捕捞量仍能维持在 4 t 以上,应将发证数量控制于 2 000 张以内,如果其捕捞量出现明显下滑趋势,则应将发证数量大幅削减至 1 500 张以内;(2) 加强渔政管理力度,严厉打击无证偷捕船只,严格执行上海市鳗苗管理办法,对鳗苗的捕捞、收购、运输、出口实行许可制度,分别控制鳗苗产、销、运等环节;(3) 调整鳗苗允许捕捞期为 2 月至 3 月,在捕捞价值较低的 1 月和 4 月实施禁捕,确保主汛期捕捞量的同时增加溯河鳗苗数量,有利于对其资源的持续利用;(4) 控制长江中下游大规模成鳗的捕捞,禁止 10-12 月间长江下游至长江口水域亲鳗的捕捞,尽量增加入海亲本数量;(5) 行政主管部门应控制鳗苗出口与内销的比例,运用行政手段合理调节国内养鳗业规模,尽量平滑自然资源波动对养殖业造成的风险,在保证国内养鳗业可持续发展的同时抑制鳗苗价格的过快增长,从而尽可能减轻鳗苗资源面临的捕捞压力。

#### 参考文献:

- [1] 赵利华,张雪生,曹正光.长江口区鳗苗资源利用的调查[J].淡水渔业,1990,(3):34-35.
- [2] 解玉浩,李勃,刘义新,等.辽宁黄海沿岸鳗苗的溯河生态与资源[J].大连水产学院学报,1993,7(4):25-34.
- [3] 熊国强,邓思明,臧增嘉,等.中国沿海日本鳗鲡幼苗群体鉴别研究[J].动物学报,1992,38(3):254-265.
- [4] 解玉浩,李勃,富丽静,等.中国沿海河口地区鳗苗群体结构的研究[J].中国水产科学,1997,4(5):33-38.
- [5] 刘义新,解玉浩,李勃,等.辽本半岛(黄海北部)溯河鳗苗食性的初步研究[J].水产科学,1992,11(2):4-7.
- [6] 李城华,沙学坤.日本鳗鲡早期阶段耳石日生长轮形成的周期[J].海洋与湖沼,1995,26(4):408-413.
- [7] 龚小玲,李思发,王成辉.长江口日本鳗鲡群体遗传多样性 RAPD 初步分析[J].上海水产大学学报,2007,16(3):201-206.
- [8] 解玉浩,李勃,富丽静,等.中国沿海河口地区鳗苗的群体生态和群体结构[J].大连水产学院学报,1996,11(4):1-8.
- [9] Tsukamoto K. Discovery of the spawning area for Japanese eel [J]. Nature, 1992, 356: 789-791.
- [10] 方少华,吕小梅,张跃平.九龙江口鳗苗溯河生态与资源研究[J].台湾海峡,1998,17(2):143-148.
- [11] 陈渊泉,蒋玫,韩金娣.长江口鳗苗时空分布特征及资源利用现状研究[J].中国水产科学,1999,6(5):37-40.
- [12] 连珍水,叶孙忠,张壮丽,等.九龙江口鳗苗资源及其利用的研究[J].福建水产,1997,(1):38-45.
- [13] 吕小梅,方少华,张跃平.九龙江口溯河鳗苗的种类及其形态特征[J].台湾海峡,1999,18(2):191-194.