

文章编号: 1674 - 5566(2014)05 - 0774 - 08

基于渔捞日志的长江靖江段刀鲚渔获量的时空特征分析

郭弘艺¹, 沈林宏², 唐文乔¹, 陈浩洲², 顾树信², 李辉华¹

(1. 上海海洋大学 农业部淡水水产种质资源重点实验室, 上海 201306; 2. 江苏省靖江市渔政管理站, 江苏 靖江 214500)

摘要: 江苏靖江段位于近长江口段, 是长江刀鲚渔汛最集中的水域。为了弄清靖江段刀鲚的渔汛特征, 本文于 2008 - 2009 年和 2012 - 2013 年对 16 艘持刀鲚捕捞许可证的渔船作了渔获量监测, 分析了渔获量的时空变化及其环境影响。结果表明, 靖江段单船日渔获数量 N_B 和重量 W_B 分别为 (21 ± 38) ind./d 和 (2.0 ± 4.1) kg/d, 单船全汛总渔获尾数 N_t 和重量 W_t 为 (890 ± 929) ind. 和 (92.3 ± 91.1) kg。 N_B 和 N_t 具有一致性的年变化趋势, 以 2013 年的最大, 其他年份比较接近。但 W_B 和 W_t 的年变化趋势与渔获数量的年变化趋势有所不同, 表现为 2008 - 2012 年间持续下滑, 2013 年显著增长。 N_B 和 W_B 在 2 - 3 月间均极低, 但 4 月增至 (23.0 ± 31.3) ind./d 和 (2.4 ± 3.5) kg/d, 5 月达 (78.0 ± 81.0) ind./d 和 (7.7 ± 9.1) kg/d。 ANOVA 分析显示, 西水域的年 N_B 和 W_B 分别为东水域的 2.5 和 2.7 倍。研究亦显示, 靖江段刀鲚的 W_B 与同日水温和最高潮位均呈极显著的正相关 ($P < 0.05$)。长江口外的水温提升, 可能是刀鲚开始生殖洄游的重要环境诱导因子。而高潮期在靖江段出现最高渔汛, 可能是因为所采用的固定刺网过滤了更多的江水所致。

研究亮点: 本文通过对多年渔捞数据的详细分析, 揭示了刀鲚渔获量在长江靖江段渔汛期的时间和空间变化特征, 弄清了水温、水位等环境因子对刀鲚渔汛的作用。

关键词: 刀鲚; 长江靖江段; 渔捞日志; 单位渔获努力量; 生态因子

中图分类号: S 958.1
文献标志码: A

刀鲚 (*Coilia nasus*), 又名长颌鲚, 俗称刀鱼, 隶属于鲱形目 (Clupeiformes) 鲹科 (Engraulidae)。刀鲚为溯河洄游鱼类, 平时生活在中国、日本和朝鲜的近海, 每年春季性成熟后溯江而上, 进入江、湖中产卵繁殖。刀鲚作为著名的经济鱼类, 一直是长江口及下游水域重要的渔获对象。但自 20 世纪 90 年代起, 由于江湖阻隔、水体污染及过度捕捞等因素, 长江刀鲚资源日益萎缩, 长江口及下游各江段渔获量急剧下滑, 部分江段甚至已无法形成渔汛^[1-6]。

江苏靖江段位于近长江口段, 常年水流平顺, 受长江径流和潮汐的双重影响, 每天不规则半日潮涨落两次。江段的上、下两端均有沙洲将

江面分叉, 自然形成了流态复杂的水域环境, 不仅是多种鱼类栖息和繁殖的良好场所, 亦是长江刀鲚的优质渔场, 刀鲚捕获量约占江苏全省产量的 40%^[7-8]。20 世纪 70 年代初, 我国曾较大规模地开展过长江刀鲚的资源调查和生物学特征分析^[2, 9]。近年也有一些资源动态、遗传特征和生物学特征等的研究报道^[4-6, 10-19], 但鲜见涉及长江近入海口段刀鲚汛期资源的时空动态分析。本文通过对靖江段汛期刀鲚渔获情况的监测, 分析渔获量的时间和空间变化及其与相关环境因子的关系, 旨在弄清其在溯江洄游过程中的时空动态, 为资源保护及合理利用提供基础数据。

收稿日期: 2014-03-21 修回日期: 2014-05-09

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(201203065); 上海高校实验技术队伍建设计划(B1-5407-13-0000-1); 高等学校博士学科点专项科研基金(20123104110006)

作者简介: 郭弘艺(1980—), 女, 工程师, 研究方向为生物保护学。E-mail: hy-guo@shou.edu.cn

通信作者: 唐文乔, E-mail: wqtang@shou.edu.cn

1 材料与方 法

1.1 研究时间和地点

2002 年以来,我国对长江刀鲚实行了专项捕捞管理制度。靖江段的汛期作业时间以江阴长江大桥为界,大桥以东水域的作业时间为 2 月 20 日-4 月 30 日,大桥以西水域的作业时间为 3 月 1 日-3 月 31 日和 4 月 15 日-5 月 14 日。2010 年对靖江段的作业时间作了调整,大桥以东为 3 月 1 日-4 月 20 日,大桥以西为 3 月 5 日-3 月 31 日和 4 月 15 日-5 月 10 日。

本研究水域江苏靖江段全长约 50 km(图 1),其中,江阴长江大桥以东水域(简称东水域,中心坐标 32°01'01"N,120°24'03"E)和江阴长江大桥以西水域(简称西水域,中心坐标 31°56'57"N,120°06'40"E),全长均约为 25 km。于 2008、2009、2012 和 2013 年的刀鲚汛期,在东、西水域各选取持有刀鲚专项渔业捕捞证的渔船 8 艘,向每位船主发放《渔捞日志》和专用记录笔。经过培训,要求船主在整个捕捞期每天记录刀鲚的渔获尾数(N , ind./d)、渔获重量(W , kg/d)和平均体重(W_B , g)。渔船动力为 27.6~58.8 kW,吨位 8~15 t,捕捞网具为固定刺网,网高 8 m,网长 450~900 m,网目 4.8 cm。

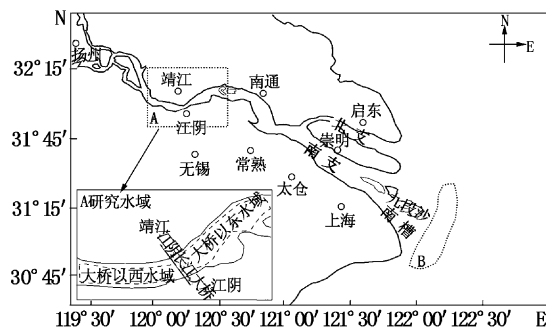


图 1 长江靖江段刀鲚渔获量调查水域

Fig. 1 Investigating stations of *C. nasus* catches in Jingjiang section of the Yangtze River in fishing season

A. 捕捞水域; B. 长江口外水温监测区。

1.2 数据处理

按以下公式计算单位渔获努力量(catch per unit effort, CUPE)的渔获数量 N_B 和渔获重量 W_B :

$$N_B = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n N_i \quad (1)$$

$$W_B = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n W_i \quad (2)$$

式中: N_i , W_i 分别为第 i 艘船的日渔获数量(ind./d)和渔获重量(kg/d); n 为作业船数。

单船汛期总渔获尾数 N_t (ind.)和总渔获重量 W_t (kg)分别由公式(3)、(4)计算得到:

$$N_t = \sum_i^d N_B \quad (3)$$

$$W_t = \sum_i^d W_B \quad (4)$$

式中: N_B , W_B 分别为单船日平均渔获数量(ind./d)和渔获重量(kg/d), d 为汛期实际作业天数。用 ANOVA 方差分析汛期各渔获参数在年间、月间以及东、西水域间的差异。同时,配对 t -检验同一日东、西水域捕获的刀鲚个体均重差异。

靖江段的表层水温和潮汐数据(水位基准为吴淞高程)购自靖江市水利局。日最高水位为 2 次涨潮的最高值,日最低水位为 2 次落潮的最低值,潮差则为 2 次涨落潮潮差的平均值。长江口外(30°46'N, 122°00'E~31°17'N, 122°23'E, 图 1 B)表层水温数据由遥感卫星 METOP-A、NOAA-16、METOP-B、NOAA-19 和 NOAA-18 监测所得(<http://www.nowpap3.go.jp/jsw/eng/index.html> 下载)。环境因子与刀鲚单船日渔获重量 W_B 之间的相关性用 Pearson 相关分析。数据分析和处理均采用 EXCEL 2007 及 SPSS 16.0 软件。

2 结果

2.1 渔获数量的时空变化

调查显示,2008、2009、2012 和 2013 年 4 年,长江靖江段刀鲚汛期的年作业时间为 23~54 d,平均为(39.0±8.8) d。单船日渔获数量 N_B 为(21±38) ind./d,变幅为 0~351 ind./d;单船全汛总渔获尾数 N_t 为(890±929) ind.,变幅为 130~3 952 ind.。年际之间, N_B 和 N_t 具有一致性的年变化趋势,以 2013 年的最大,其他年份较为接近(图 2a)。月际之间,2-3 月份的 N_B 极低,分别仅为(6.0±3.4) ind./d 和(8.0±8.9) ind./d,4 月份的 N_B 增至(23.0±31.3) ind./d,5 月份的 N_B 最大,为(78.0±81.0) ind./d。

ANOVA 分析显示,所调查的 4 年内东水域的单船实际作业天数显著大于西水域[(40±9.2) d vs. (37±7.8) d, $P=0.036 < 0.05$],但西水域的年 N_B 和 N_t 均极显著地高于东水域($P < 0.001$),分别为东水域的 2.5 和 2.6 倍(表 1)。月间比较表明,东、西水域共同作业的 3-4 月

份,3月的 N_B 在东、西水域间无显著差异 $[(8 \pm 6.2) \text{ ind./d vs. } (9 \pm 10.9) \text{ ind./d}, P = 0.287 > 0.05]$,但4月西水域的 N_B 显著大于东水域 $[(31 \pm 44.6) \text{ ind./d vs. } (17 \pm 11.2) \text{ ind./d}, P =$

$0.004 < 0.05]$ 。非共同作业的5月和2月,西水域5月的 N_B 为东水域2月的12.4倍。由此可见,全汛期 N_B 在东、西水域的差异是由西水域4-5月的高 N_B 引起的(图2b)。

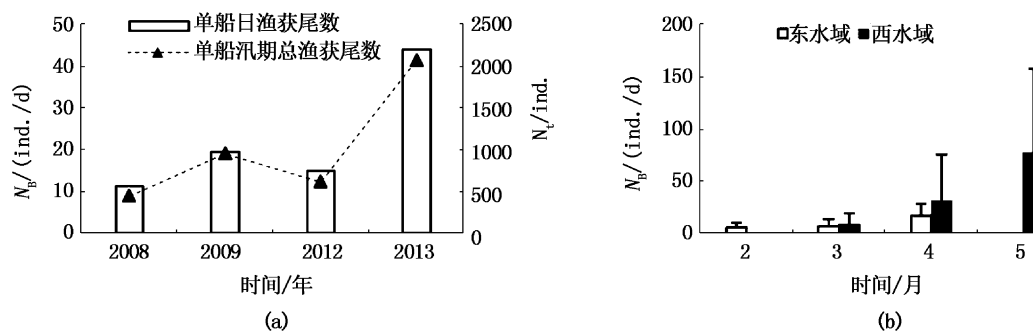


图2 靖江段刀鲚单船日渔获数量 N_B 和汛期总渔获尾数 N_t 分布
Fig. 2 Distribution of N_B and N_t of *C. nasus* in Jiangsu section of the Yangtze River in fishing season in 2008, 2009, 2012 and 2013

(a). 年间 N_B 和 N_t 比较;(b). 月间 N_B 比较。

表1 2008、2009、2012和2013年长江靖江段刀鲚汛期调查参数
Tab. 1 Investigation indexes of *C. nasus* in Jingjiang section of the Yangtze River in fishing season in 2008, 2009, 2012 and 2013

年份	水域	作业天数/d	N_B /(ind./d)	W_B /(kg/d)	N_t /ind.	W_t /kg
2008	东	39 ± 6.5 (31~51)	9 ± 5 (0~23)	1.1 ± 0.6 (0~2.7)	373 ± 161 (130~484)	49.9 ± 19.0 (19.0~86.4)
	西	35 ± 3.3 (30~40)	14 ± 12 (0~44)	2.2 ± 2.0 (0~8.1)	537 ± 264 (130~771)	110.9 ± 45.7 (22.4~117.7)
2009	东	40 ± 8.4 (25~53)	14 ± 6 (0~40)	1.0 ± 0.5 (0~2.6)	662 ± 484 (136~1253)	46.6 ± 34.4 (10.9~75.8)
	西	38 ± 7.7 (28~54)	25 ± 13 (0~60)	1.7 ± 0.8 (0~4.0)	1254 ± 847 (668~2543)	86.2 ± 48.1 (48.9~166.0)
2012	东	30 ± 5.2 (23~37)	6 ± 4 (0~16)	0.6 ± 0.4 (0~1.5)	200 ± 89 (117~279)	18.5 ± 5.7 (13.2~25.3)
	西	27 ± 2.6 (23~29)	24 ± 35 (0~146)	1.9 ± 2.6 (0~10.3)	1036 ± 719 (348~2547)	79.1 ± 58.8 (26.3~226.4)
2013	东	42 ± 3.8 (37~47)	18 ± 16 (0~60)	1.8 ± 1.60 (0~6.2)	839 ± 426 (185~1393)	82.3 ± 31.8 (19.7~118.7)
	西	38 ± 7.2 (252.4~435.6)	70 ± 93 (36~40)	7.3 ± 10.3 (0~351)	3298 ± 639 (0~39.5)	352.5 ± 61.8 (2371~3952)

2.2 渔获重量的时空变化

所分析的4个刀鲚汛期,靖江段单船日渔获重量 W_B 为 $(2.0 \pm 4.1) \text{ kg/d}$,变幅0~39.5 kg/d;单船全汛总渔获重量 W_t 为 $(92.3 \pm 91.1) \text{ kg}$,变幅10.9~435.6 kg(表1)。年际比较显示, W_B 和 W_t 的年变化趋势与渔获数量的变化趋势有所不同,表现为2008-2012年间持续下滑,但2013年呈爆发性增长(图3a)。 W_B 亦表现为2-3月极低,分别仅为 $(0.6 \pm 0.3) \text{ kg/d}$ 和 (0.7 ± 0.6)

kg/d,4月增加至 $(2.4 \pm 3.5) \text{ kg/d}$,5月最大,达 $(7.7 \pm 9.1) \text{ kg/d}$ 。

ANOVA分析显示,4个汛期西水域 W_B 和 W_t 亦显著高于东水域(ANOVA, $P < 0.001$),为东水域的2.7和2.8倍(表1)。 W_B 在东、西水域的时间、空间变化状况与 N_B 基本一致,全汛期东、西水域之间的差异也由西水域4-5月的高 W_B 所引起(图3b)。

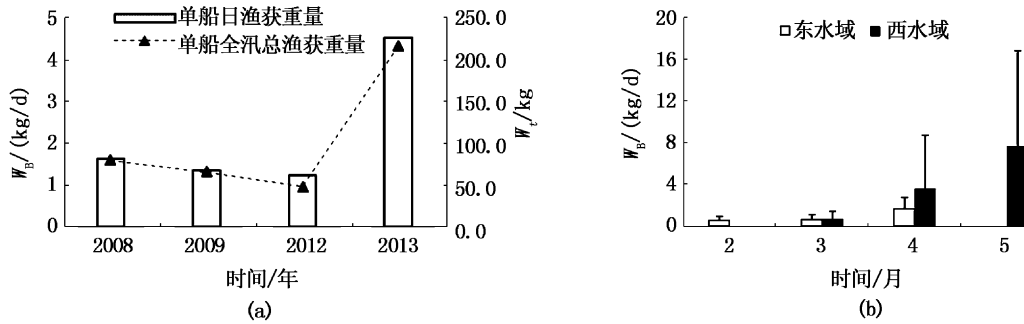


图3 靖江段刀鲚单船日渔获重量 W_B 和全汛总渔获尾数 W_T 分布

Fig. 3 Distribution of W_B and W_T of *C. nasus* in Jiangsu section of the Yangtze River in fishing season in 2008, 2009, 2012 and 2013

(a). 年间 W_B 和 W_T 比较; (b). 月间 W_B 比较。

2.3 平均体重的时空变化

所调查的4个年份间,以2008年的平均体重为最大,平均为 (129.3 ± 25.8) g; 2013年和2012年次之,平均为 (102.4 ± 13.3) g 和 (94.0 ± 23.6) g; 2009年的最小,平均仅为 (67.3 ± 12.9) g,不同年份间体重的波动十分明显(图4a)。月间比较显示,2008年渔汛晚期[5月均重

(156.4 ± 27.5) g]显著大于渔汛早期(ANOVA, $P < 0.001$),而2012年渔汛早期[3月均重 (97.8 ± 27.5) g]显著大于渔汛后期($P = 0.038 < 0.05$); 2009和2013年渔汛期各月刀鲚个体均重无显著差异(ANOVA, $P = 0.053 > 0.05$,图4b)。

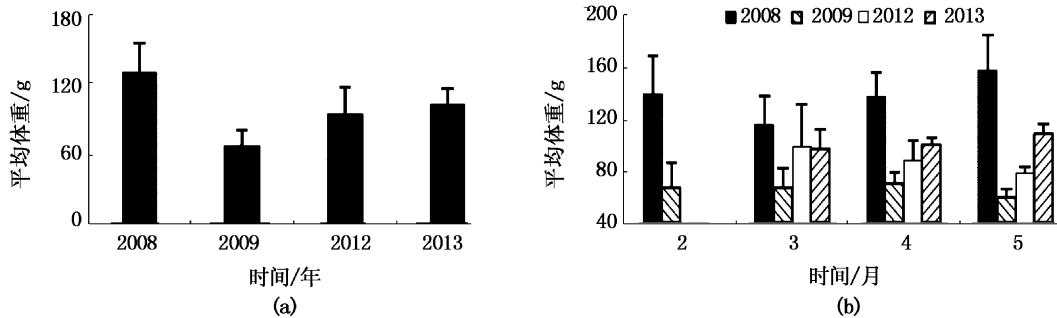


图4 靖江段汛期刀鲚平均体重年际(a)和月际(b)比较

Fig. 4 Yearly and monthly changes of average body weight of *C. nasus* in Jingjiang section of the Yangtze River in fishing season in 2008, 2009, 2012 and 2013

每日统计的刀鲚个体均重的时间和空间分布亦显示,2008年和2012年渔汛前后个体均重的变化较大,2009和2013年刀鲚个体均重波动则相对较小(图5)。在所调查的4个年份,东、西水域同时作业的总天数为120 d,配对 t -检验结果显示,东水域捕获的个体均重显著大于同一天在西水域捕获的个体均重($P = 0.007 < 0.05$)。

2.4 W_B 与环境因子关系

2.4.1 W_B 与水温的关系

Pearson 相关分析表明,靖江段 W_B 与靖江段日水温以及长江口外日水温均呈显著正相关($P < 0.05$)。相关系数比较表明, W_B 与长江口

外日水温相关性更为显著(表2)。

图6显示了靖江段刀鲚 W_B 与靖江段水温、长江口外水温之间的逐日对应关系。在这4年的刀鲚汛期中,长江口外的水温变幅为 $6.0 \sim 20.0$ °C,靖江段水温变幅为 $4.0 \sim 22.9$ °C,均呈现随着汛期的进展,水温呈波动上升的趋势。渔汛初期,水温上升缓慢, W_B 也处于很低水平;渔汛中期,长江口内外的水温逐渐稳定在 $10 \sim 13$ °C, W_B 呈现出较高的水平;渔汛后期,水温继续上升, W_B 也随着上升;5月1日以后,水温一般稳定在 16 °C 以上,此时的 W_B 也达到最高值。

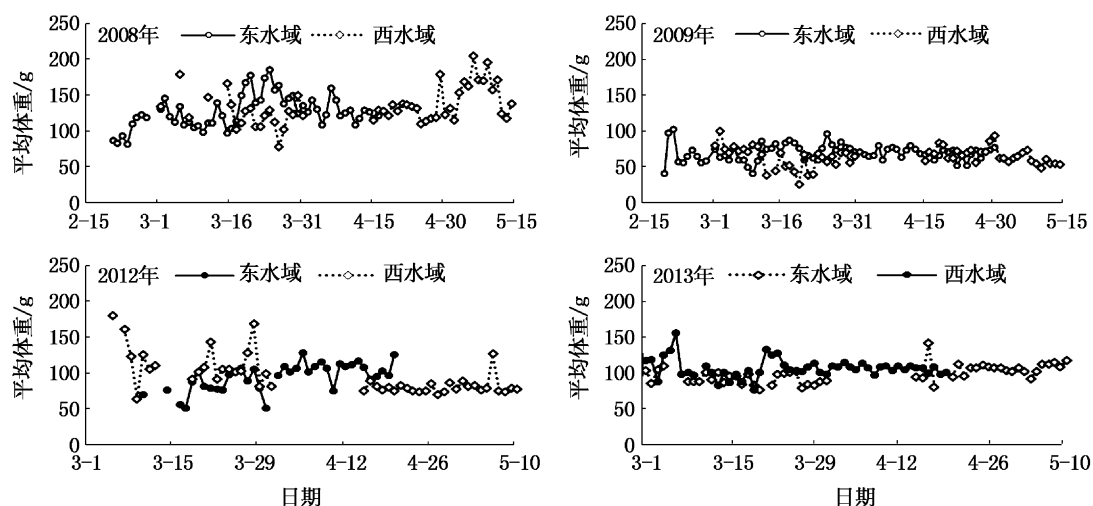
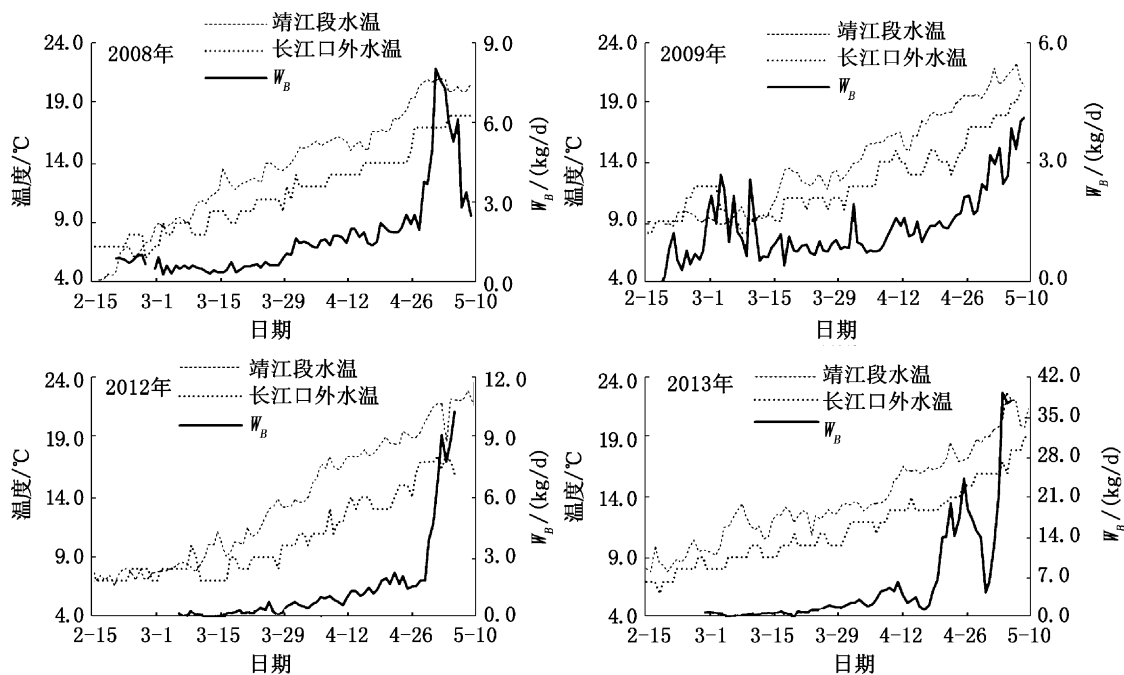


图5 靖江段刀鲚汛期个体均重日分布

Fig. 5 Distribution of daily average body weight of *C. nasus* in Jingjiang section of the Yangtze River in fishing season in 2008, 2009, 2012 and 2013表2 靖江段单船日渔获重量 W_B 与环境因子间的 Pearson 相关系数Tab. 2 The coefficient r of Pearson correlation between W_B of *C. nasus* in Jingjiang section and related environmental factors in fishing season in 2008, 2009, 2012 and 2013

环境因子(r)	W_B /(kg/d)			
	2008	2009	2012	2013
靖江段水温/°C	0.727 *	0.607 *	0.679 *	0.698 *
长江口外水温/°C	0.787 *	0.730 *	0.713 *	0.772 *
靖江段日最高水位/m	0.686 *	0.580 *	0.715 *	0.691 *
靖江段日最低水位/m	0.636 *	0.388 *	0.644 *	0.656 *
靖江段潮差/m	0.297 *	0.053	0.643 *	0.185

注: * 表示 $P < 0.05$ 。图6 靖江段刀鲚汛期单船日渔获重量 W_B 与日水温的关系Fig. 6 Relationships between W_B of *C. nasus* in Jingjiang section and water temperature in fishing season in 2008, 2009, 2012 and 2013

2.4.2 渔获重量与潮汐的关系

Pearson 相关分析表明,靖江段刀鲚 W_B 与潮汐的关系密切,4 个年份的 W_B 与最高水位、最低水位均呈显著正相关($P < 0.05$),有 2 个年份的 W_B 与潮差呈正相关($P < 0.05$)。相关系数比较表明, W_B 与最高水位的相关性更为显著(表 2)。

从靖江段刀鲚 W_B 与本江段每日最高水位之

间的对应关系图中可见,4 年的渔汛期,靖江段日最高水位的变幅为 1.1~4.4 m。在渔汛初期, W_B 维持在低水平,受潮汐影响并不十分明显;至渔汛末期表现为随着日最高水位值的攀升, W_B 也明显的大幅增加,各年份最高 W_B 均出现于汛晚期最高水位的峰值前后(图 7)。

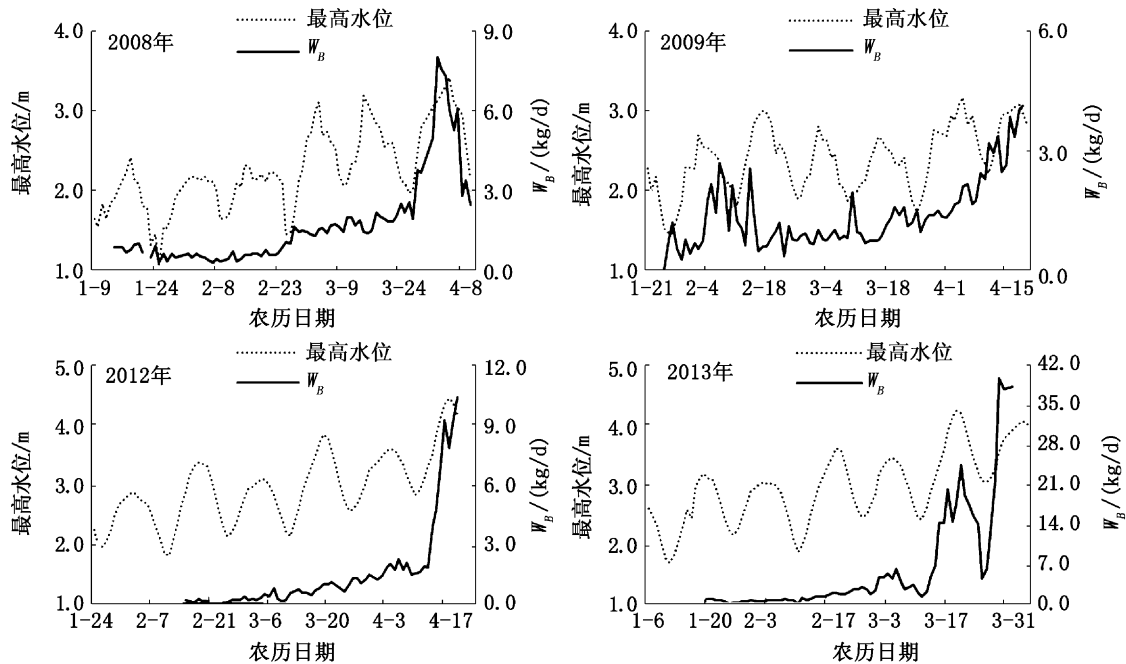


图 7 靖江段刀鲚汛期 W_B 与日最高水位的关系

Fig. 7 Relationships between maximum daily water level and W_B of *C. nasus* in Jingjiang section in fishing season in 2008, 2009, 2012 and 2013

3 讨论

3.1 长江刀鲚的资源现状及变化趋势

已有研究显示,20 世纪 90 年代以来,长江江苏段刀鲚的渔获量一直呈明显下滑的趋势,2001 年以后的多数年份仅维持在极低的水平且波动剧烈^[5-7]。靖江是江苏刀鲚捕捞的主要江段之一。据靖江市渔政管理站的统计,1988-2007 年该江段的单船渔获量呈波动下降趋势,从 1989 年的 1 133.3 kg 下降至 2001 年的 843.5 kg,2007 年更是跌至 158.8 kg。本研究显示,2008-2009 年单船渔获量较 2007 年继续下滑,2009 年单船渔获量仅为 66.4 kg,只及 1989 年的 5.8%。

2010 年国家对于长江靖江段刀鲚汛期的捕捞时间作了调整,江阴长江大桥以东水域由 70 d 缩

减为 50 d,大桥以西水域由 60 d 缩减为 50 d。这种捕捞强度显著降低的资源保护效果虽然没有在 2012 年的 W_B 和 W_t 中体现出来,但 2013 年汛期的渔获重量和数量均得到了大幅回升, W_t 达到 217.4 kg(图 3a)。因此,虽然长江刀鲚的渔获产量还处于波动式下降的趋势,但只要继续减轻捕捞强度,持续地开展资源保育,长江刀鲚这一珍贵渔业资源一定能得到更为久远的可持续利用。

本研究显示,虽然江阴大桥以东和以西水域的总捕捞时间基本相同,但由于作业起始日期的不同,东、西水域整个汛期的日渔获数量和重量也相差悬殊,西水域分别是东水域的 2.5 和 2.7 倍。但由于渔汛早期刀鲚的价格较高,东、西水域船均的产值差异并不大。

本研究也表明,汛期东、西水域共同的作业

期内,东水域所获个体的均重显著地大于西水域 ($P=0.003 < 0.05$),这与郑飞等通过大样本的采样分析结果一致^[19]。这表明,捕捞对大个体刀鲚具有选择性,对洄游鱼类生殖洄游早期的过度捕捞可能会造成整个群体的小型化。

3.2 长江刀鲚渔汛与水温 and 潮汐的关系

长江口是刀鲚生殖洄游的起点,其水文、水质和气象等条件均可能是影响刀鲚洄游的环境因子,使之表现出一定的汛期特征^[6]。本研究显示,靖江段刀鲚的日渔获重量与长江口外和靖江段的水温均呈现出极显著的正相关 ($P < 0.05$),且与长江口外的水温更为密切。

刀鲚渔汛初期水温较低,仅有零星先遣的刀鲚个体上溯,扣除被长江口捕获的个体后,能抵达靖江段的个体极少。当长江口外水温达到 $10 \sim 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$,大量刀鲚个体上溯,靖江段渔获量也显著上升。5月1日前后口外水温攀升至 $16 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,同时由于4月30日起的长江口禁渔,下游其他网具对刀鲚的捕捞压力大大减轻,靖江段的渔获量也随即大幅上升。长江口外的水温提升,可能是刀鲚开始生殖洄游的重要环境诱导因子之一。

刀鲚的溯河洄游也可能受到潮汐的影响^[6]。本研究显示,靖江段刀鲚的日渔获量与日最高水位呈极显著的正相关 ($P < 0.05$),这与刘凯等得出的长江口南支和北港水域的刀鲚最高日渔获量出现在每月的低潮期刚好相反^[6]。这可能是由于研究水域的位置不同造成的,也可能刀鲚确实在低潮期流速较低时进入长江口,这样可以减少刀鲚溯河生殖洄游的能量消耗^[20]。而靖江段在高潮期能捕获最高的渔获量可能是因为所采用的固定刺网能在高潮期过滤更多的江水所致。

参考文献:

- [1] 袁传宓. 长江中下游刀鲚资源和种群组成变动状况及其原因[J]. 动物学杂志, 1988, 23(3): 12-15.
- [2] 袁传宓, 秦安黔, 刘仁华, 等. 关于长江中下游及东南沿海各省的鲚属鱼类种下分类的探讨[J]. 南京大学学报: 自然科学版, 1980, 16(3): 67-77.
- [3] 袁传宓, 林金榜, 刘仁华, 等. 刀鲚的年龄和生长[J]. 水生生物学集刊, 1978, 6(3): 285-298.
- [4] 万全, 赖年悦, 李飞, 等. 安徽无为为长江段刀鲚生殖洄游群体年龄结构的变化分析[J]. 水生态学杂志, 2009, 2(4): 60-65.
- [5] 张敏莹, 徐东坡, 刘凯, 等. 长江下游刀鲚生物学及最大持续产量研究[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(6): 694-698.
- [6] 刘凯, 段金荣, 徐东坡, 等. 长江口刀鲚渔汛特征及捕捞量现状[J]. 生态学杂志, 2012, 31(12): 3138-3143.
- [7] 陈卫境, 顾树信. 长江靖江段刀鲚资源调查报告[J]. 水产养殖, 2012, 33(7): 10-12.
- [8] 李辉华, 郭弘艺, 唐文乔, 等. ARIMA 模型在预测长江靖江段沿岸鱼类渔获量时间格局中的应用[J]. 水产学报, 2008, 32(6): 899-906.
- [9] 袁传宓, 秦安黔. 我国近海鲚鱼生态习性及其产量变动状况[J]. 海洋科学, 1984, 12(5): 35-37.
- [10] 田思泉, 高春霞, 王绍祥, 等. 青草沙水库刀鲚生物学特性初步研究[J]. 上海海洋大学学报, 2013, 22(6): 835-840.
- [11] 唐文乔, 胡雪莲, 杨金权. 从线粒体控制区全序列变异看短颌鲚和湖鲚的物种有效性[J]. 生物多样性, 2007, 15(3): 224-231.
- [12] 何为, 李家乐, 江芝娟. 长江刀鲚性腺的细胞学观察[J]. 上海水产大学学报, 2006, 15(3): 292-296.
- [13] 郭弘艺, 唐文乔. 长江口刀鲚矢耳石重量与年龄的关系及其在年龄鉴定中的作用[J]. 水产学报, 2006, 30(3): 347-352.
- [14] 马春艳, 刘敏, 马凌波, 等. 长江口刀鲚遗传多样性的随机扩增多态 DNA (RAPD) 分析[J]. 海洋水产研究, 2004, 25(5): 19-24.
- [15] 管卫兵, 陈辉辉, 丁华腾, 等. 长江口刀鲚洄游群体生殖特征和条件状况研究[J]. 海洋渔业, 2010, 32(1): 73-81.
- [16] 黎雨轩, 何文平, 刘家寿, 等. 长江口刀鲚耳石年轮确证和年龄与生长研究[J]. 水生生物学报, 2010, 34(4): 787-793.
- [17] 程万秀, 唐文乔. 长江刀鲚不同生态型间的某些形态差异[J]. 动物学杂志, 2011, 46(5): 33-40.
- [18] 王丹婷, 杨健, 姜涛, 等. 不同水域刀鲚形态的分析比较[J]. 水产学报, 2012, 36(1): 78-90.
- [19] 郑飞, 郭弘艺, 唐文乔, 等. 溯河洄游的长江刀鲚种群的年龄结构及其生长特征[J]. 动物学杂志, 2012, 47(5): 24-31.
- [20] GASCUEL D, FEUNTEUN E, FONTENELLE G. Seasonal dynamics of estuarine migration in glass eels (*Anguilla anguilla*) [J]. Aquatic Living Resources, 1995, 8(2): 123-133.

Distribution characteristics and temporal and spatial changes of *Coilia nasus* catches at Jingjiang section of the Yangtze River in fishing season based on the data from fishing log

GUO Hong-yi¹, SHEN Lin-hong², TANG Wen-qiao¹, CHEN Hao-zhou², GU Shu-xin², LI Hui-hua¹

(1. Key Laboratory of Freshwater Fishery Germplasm Resources, Ministry of Agriculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Administration of Fishery of Jingjiang, Jingjiang 214500, Jiangsu, China)

Abstract: Jingjiang section of the Yangtze River, which is an important area for fishery resource conservation and reproduction of anchovy, is located at the connected region of lower reaches and estuary of Yangtze River. In 2002, Ministry of Agriculture of the People's Republic of China decided to carry out fishing ban in Yangtze River. Fishing boats would not be allowed to fish *Coilia nasus* in Yangtze River unless they have special fishing license during the period of spring closed fishing season. The fishing season of anchovy in Jiangsu section is approximately divided by the the Jiangyin Yangtze River Highway Bridge. We monitored daily variation in *C. nasus* catches based on log data of anchovy from 16 fishing boats in Jingjiang section of the Yangtze River from February to May in 2008, 2009, 2012 and 2013, and analyzed temporal and spatial variations in *C. nasus* catch as they relate to environmental factors. Results showed that the daily catch number (N_B) and daily catches weight per boat (W_B) ranged from 0 to 351 ind./d and from 0 to 39.5 kg/d, with an average of (21 ± 38) ind./d and (2.0 ± 4.1) kg/d, respectively. Meanwhile, total annual catch (N_t) and total annual catch (W_t) per boat ranged from 130 to 3952 ind. and from 10.9 to 435.6 kg, with a mean of (890 ± 929) ind. and (92.3 ± 91.1) kg in fishing season, respectively. N_B and N_t showed the similar annual variation trend, the maximal peak N_B and N_t occurred in 2013, and other years' N_B and N_t maintained at relatively low level. However, annual variation trend of catch weight was different from that of catch number. W_B and W_t continued to decline from 2008 to 2012, and then a significant rise was found in 2013. As fishing season progressed, the N_B and W_B increased markedly. N_B and W_B were very low in February and March, then increased to (23.0 ± 31.3) ind./d and (2.4 ± 3.5) kg/d in April, and reached a maximum in May, which were (78.0 ± 81.0) ind./d and (7.7 ± 9.1) kg/d, respectively. The ANOVA analysis showed that N_B and W_B in west water area of Jiangyin Yangtze River Bridge were significantly higher than those in east water area ($P < 0.001$). N_B and W_B in west water area were 2.5 and 2.7 times those in east water area. Highly significant correlations were obtained between W_B and daily water temperature and between W_B and the maximum daily water level ($P < 0.05$). The results suggested that the rise of water temperature off Yangtze River Estuary may be an important environmental factor, which can induce *C. nasus* to start migration. Further, the peak W_B appeared near the highest water level, probably because of the fixed net filtering more river water.

Key words: *Coilia nasus*; Jingjiang section of the Yangtze River; fishing log; catch per unit effort (CPUE); ecological factor