

DOI: 10.3724/SP.J.1118.2011.00611

长江常熟溱浦段中华鲟幼鱼出现时间与数量变动

李罗新^{1,2}, 张辉^{1,2}, 危起伟^{1,2}, 杜浩^{1,2}, 洪克明³

1. 农业部淡水生物多样性保护重点开放实验室, 中国水产科学研究院 长江水产研究所, 湖北 荆州 434000;
2. 中国水产科学研究院 淡水渔业研究中心, 江苏 无锡 214081;
3. 常熟市渔政管理站, 江苏 常熟 215500

摘要: 2002–2009 年, 依托长江渔业资源管理委员会办公室设立在长江常熟溱浦江段的渔业资源监测网(定置张网), 对降河中华鲟(*Acipenser sinensis*)幼鱼进行了监测分析。结果表明, 中华鲟幼鱼每年主要于 5–7 月在常熟溱浦江段出现, 出现时间平均 86.6 d($n=8$), 所获样本($n=8$)全长、体长和体质量年度平均值的变化范围分别为 25.2–40.1 cm、23.2–33.5 cm 和 70.7–314.8 g。各年获样本数量差异较大, 从 2002 至 2009 年呈现出较明显的递减趋势, 各年获样本数量最多的旬也不一致, 变化时间为 5 月中旬至 6 月下旬。从幼鲟生长来看, 不同年份相同时期获样本的规格差异较大, 同一年份同一时间获样本的规格也存在一定的差异。与三峡工程截流以前进行比较, 中华鲟幼鱼在长江口出现的时间没有明显变化, 但出现较高数量比例的时间由以前的 6 月变为 5 月中下旬和 6 月, 幼鲟规格较截流前也有较大变化, 推测造成这种改变的原因可能是因为人工增殖放流活动和三峡工程截流所导致的水文状况的变化。分析认为, 水文状况可能是影响中华鲟幼鱼到达长江口时间的重要因素之一。

关键词: 中华鲟; 幼鱼; 资源; 长江口

中图分类号: Q178.1

文献标志码: A

文章编号: 1005–8737–(2011)03–0611–08

中华鲟(*Acipenser sinensis*)是一种大型溯河产卵洄游性鱼类, 主要分布于东亚大陆架水域及长江干流^[1]。在海中长大、即将成熟的中华鲟, 每年 7–8 月进入长江口, 溯江而上, 于次年 10–11 月到达金沙江下游、长江上游(葛洲坝截流前)或葛洲坝下(葛洲坝截流后)产卵繁殖^[1–2]。受精卵在产卵场孵化后, 仔鱼随水漂流索饵, 于次年 4–8 月到达长江口, 然后陆续进入海洋^[1]。20 世纪后期, 由于环境退化和过度捕捞等诸多因素, 中华鲟自然种群数量大幅度下降^[3]。虽然早在 1989 年中华鲟就被列为国家一级重点保护动物, 并对其采取了人工增殖放流等多种保护措施, 但由于中华鲟生活史跨度范围大、性成熟晚, 其物种保护形势仍

然不容乐观^[4]。水声学研究表明, 目前在其主要繁殖群体分布区长江宜昌江段, 繁殖个体数量仅在 200 尾左右^[5–6], 并且据估算每年参加自然繁殖活动的个体数量仅在数十尾左右^[7]。鉴于此, 监测中华鲟自然种群变动趋势以采取及时有效的保护措施就显得尤为重要。

长江口是降河中华鲟幼鱼入海的必经之路, 自 1975 年就陆续有很多学者对长江口中华鲟幼鱼的食物组成、生长、出现时间和地点、资源状况等进行调查研究^[1,8–11]。1996–2002 年, 荧光标记、微型线码标志(CWT)和分子遗传鉴定等方法又被陆续应用到人工增殖放流对长江口中华鲟幼鱼补充群体的贡献率、长江口中华鲟幼鱼总资源

收稿日期: 2010–06–21; 修订日期: 2010–08–27.

基金项目: 农业部公益性行业科研专项(200903048); 水利部公益性行业科研专项(200701029); 三峡工程环境保护补偿经费生态建设类(施工区外)三峡工程珍稀鱼类增殖放流项目(2005–2009); 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(Z009C004).

作者简介: 李罗新(1981–), 助理工程师, 从事鱼类人工增殖放流相关技术研究. E-mail: liluoxin125@163.com

通信作者: 危起伟, 研究员, 从事濒危鱼类保护生物学研究. Tel: 027-81780118; E-mail: weiqw@yfi.ac.cn

量的估算研究中^[7,12-13]。近年来,东海水产研究所对长江口中华鲟自然保护区内的饵料生物状况、幼鲟食物组成、摄食行为和竞争等更是进行了系统深入的研究^[14-17]。但自 2002 年以来,每年长江口中华鲟幼鱼资源状况及其变动趋势尚未见系统报道。另外,已有研究表明,长江常熟溆浦段作为中华鲟幼鱼降河洄游的必经通道,其分布密度要显著高于崇明岛附近滩涂^[11,18]。鉴于此,本研究采用定置张网定点监测的方法,对 2002–2009 年长江常熟溆浦段中华鲟幼鱼资源状况进行了系统调查和分析,以期能为中华鲟物种的保护提供参考。

1 材料与方法

2002–2009 年,依托长江渔业资源管理委员会办公室设立在常熟溆浦江段的渔业资源监测网,开展了降河中华鲟幼鱼的监测工作。所采用的监测网为定置张网,长 2 377 m,宽 750 m,网高 4 m(随水位高低略有变化,一般有效网高为 2.5 m),网袋 16 只,网目为 4 cm。监测网设立在常熟溆浦江段铁黄沙东侧,海虞镇望虞河口外侧(图 1)。监测时间为全年,每天由专人负责收集计数(恶劣天气除外)。对于监测发现的中华鲟幼鱼,部分测量全长、体长和体质量等参数后当场放流,部分进行救护暂养后放流。

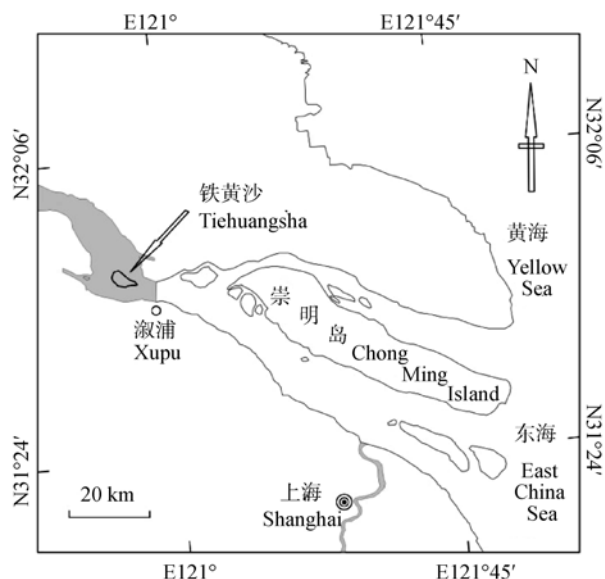


图 1 监测网设置地理位置示意图

Fig. 1 Sketch map showing the sites of monitoring nets

2 结果与分析

2.1 幼鲟采获

2002–2009 年 8 年间,共采获中华鲟幼鱼样本 1 413 尾(表 1)。从获得样本的时间来看,1 年中出现中华鲟的最早日期为 4 月 6 日(2006 年),最晚出现日期为 5 月 20 日(分别为 2005 和 2008 年);初次发现样本的时间跨度为 45 d。发现最后 1 尾样本的最早日期为 7 月 5 日(2006 年),最晚为 9 月 7 日(2007 年),时间跨度为 65 d。获得样本时间范围最大的为 2004 年,达 117 d;最小的为 2002 年,仅 55 d。从采获样本的数量来看,采获样本最多的为 2003 年,达 718 尾;最少的为 2007 和 2009 年,都为 20 尾;2002–2009 年采获样本数量在逐步减少。从各年获得样本的平均密度来看,最高的发生在 2003 年,为 7.80 尾/d;最低的发生在 2007 年,为 0.18 尾/d;8 年来所采获样本的平均密度也在逐步降低。

从所采获样本的规格来看(表 1),历年所获得样本全长平均值范围为 25.2~40.1 cm,体长平均值范围为 23.2~33.5 cm,体质量平均值范围为 70.7~314.8 g。从统计数据较为完整的全长平均值来看,近 3 年所采获样本的平均全长较前 4 年有增加的趋势。所采获的最小样本全长为 4.5 cm,在 2006 年 5 月 3 日被发现;所采获的最大样本全长 74.0 cm,体长 61.0 cm,体质量 1 700 g,在 2007 年 9 月 7 日被发现。

2.2 各旬采获幼鲟的数量

统计 2002–2009 年 5–7 月各旬所采获的幼鲟数量如表 2 所示,可以看出,多数年份中各旬所采获样本的数量相差较大,尤其是在采获样本数量较多的年份。各年采获样本数量最多的旬也不一致,变化范围为 5 月中旬至 6 月下旬(2007 年 7 月上旬第 2 次出现较大数量,在此未包括),时间跨度约 50 d。

2.3 幼鲟的生长情况

从各年采获样本的时间和规格(图 2)可见,不同年份相同日期采获样本的规格差异较大,如在 2002 和 2005 年的 5 月 25 日,所采获样本的平均体长分别为 25.0 cm($n=3$)和 12.67 cm($n=6$)。虽然

表 2 2002–2009 年 5–7 月各旬长江常熟溆浦段捕获中华鲟幼鱼的数量

Tab. 2 Catch numbers of *Acipenser sinensis* juveniles by monitoring fishing-net at a period of ten days from May to July in 2002–2009 at Xupu, Changshu section of Yangtze River

时间 time	年份 year							
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
5 月上旬 first 10 days of May	ND	41	2	0	7	0	0	0
5 月中旬 second 10 days of May	30	72	38	2	7	4	1	2
5 月下旬 last 11 days of May	36	188	23	6	10	5	11	0
6 月上旬 first 10 days of June	181	183	24	3	5	1	7	6
6 月中旬 second 10 days of June	12	102	21	16	30	0	9	2
6 月下旬 last 10 days of June	6	89	15	11	7	4	15	5
7 月上旬 first 10 days of July	4	27	8	4	1	5	0	4
7 月中旬 second 10 days of July	0	9	11	2	0	0	1	0
7 月下旬 last 11 days of July	0	7	0	4	0	0	0	0

注: ND 表示缺少相关数据。
Note: ND means no data.

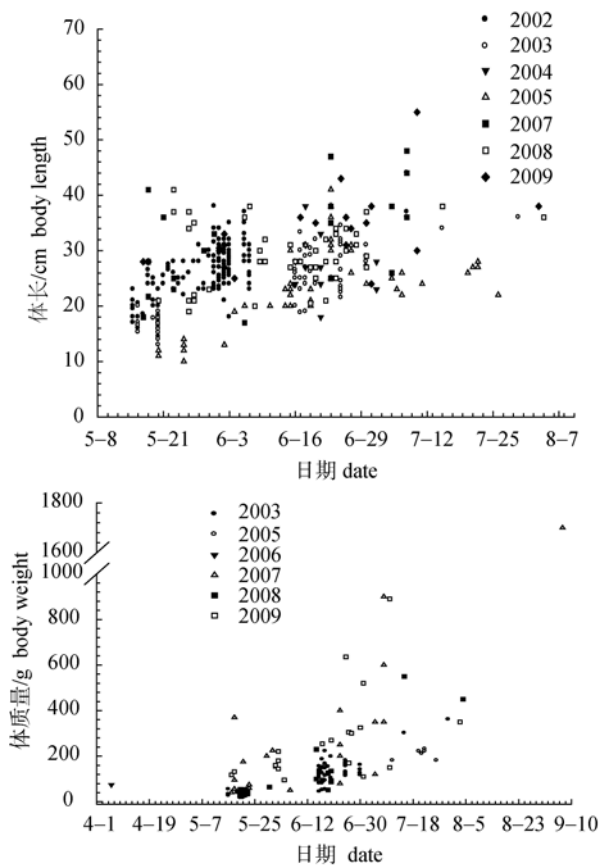


图 2 2002–2009 年长江常熟溆浦段捕获中华鲟幼鱼体长和体质量测量结果

Fig.2 Body length and weight of *Acipenser sinensis* juveniles captured by monitoring fishing-net from 2002 to 2009 at Xupu, Changshu section of Yangtze River

同一年份同一时间捕获样本的规格基本一致,但也存在一定的差异,如在 2002 年 6 月 3 日,共捕获幼鲟样本 18 尾,体长变化范围为 18.0~35.0 cm。但从总体来看,各年所捕获样本的规格变化趋势一致,即样本捕获的时间越晚,规格就越大。这说明幼鲟在常熟溆浦段能够正常生长,但个体之间生长速度差异较大。

2.4 幼鲟到达长江口时间和规格的比较分析

三峡工程导流明渠于 2002 年 11 月 6 日截流并逐步开始蓄水,若以此时间为分界线比较来看,三峡截流前后中华鲟幼鱼到达长江口区域的时间范围没有发生明显的变化,但各旬出现的数量占总数量的比例有一定变化,由集中在 6 月出现变为除 6 月以外,5 月出现数量也占有相当比例(表 3)。从各旬所捕获幼鲟的规格来看,三峡截流前(1987、1990、1991 和 1992 年)^[10]和截流后(2003–2009 年)也有较明显的差异。另外,从表 4 还可以明显看出,次年常熟溆浦段中华鲟幼鱼出现的高峰时间距前 1 年产卵日的时间(危起伟等,未发表数据)范围为 191~229 d,变幅为 39 d。

3 讨论

3.1 三峡工程截流和人工放流对监测结果的影响
易继航^[10]于 1982–1993 年连续 12 年对长江口

表 4 中华鲟幼鱼到达长江口历时时间
Tab. 4 Time consumption for *Acipenser sinensis* juveniles to arrive at Yangtze estuary

年份 year	产卵日期* spawning date*	次年长江口首次捕获 样本时间 time of first specimen capture at the estuary next year	次年长江口捕获样本高峰期 duration of maximum sampling at the estuary next year	捕获样本高峰期距产卵时间的天数/d** days between maximum sampling date and spawning date**
2001	10-20, 11-8	5-15	6 月上旬 first 10 days of June	229
2002	10-27, 11-9	5-1	5 月下旬 last 11 days of May	211
2003	11-6	4-21	5 月中旬 second 10 days of May	191
2004	11-12	5-20	6 月中旬 second 10 days of June	216
2005	11-10	4-6	6 月中旬 second 10 days of June	218
2006	11-13	5-17	5 月下旬 last 11 days of May	194
2007	11-23	5-20	6 月下旬 last 10 days of June	215
2008	11-26	5-17	6 月上旬 first 10 days of June	192

注: *以第 1 批产卵日期计算天数(危起伟等, 未发表数据); **上中下旬各以 5、15 和 25 日计算天数。
Note: * use the first spawning date to calculate the time consumption (Wei et al, unpublished data); ** in each month use the date of 5, 15 and 25 to calculate the time consumption.

中华鲟幼鱼进行调查, 结果表明, 幼鲟 5-9 月在河口出现, 6 月份最集中, 本研究结果与其基本相同(表 3), 只在若干年份, 捕获样本数量的高峰值不发生在 6 月, 如 2003 和 2004 年。从捕获样本的规格比较来看, 相同时期获取样本的体长和体质量也基本相似。赵燕等^[9]研究认为, 葛洲坝截流后, 因幼鲟到达长江口饵料丰富区域的时间提前了近 1 个月, 出生于坝下产卵场的幼鲟较原上游产卵场出生的幼鲟生长更快一些。虽然每年在长江湖北江段都会开展中华鲟的人工增殖放流, 但由于人工增殖放流中华鲟在长江口中华鲟幼鱼种群中所占的比例较低^[13,18], 推测本研究结果主要反映的是中华鲟自然繁殖的状况。但 2007 年 9 月 7 日发现 1 尾中华鲟体长 61 cm, 体质量 1 700 g, 明显较其他年份要大, 结合当年开展的中华鲟人工增殖放流活动的情况来看(当年 4 月 22 日在湖北沙市江段曾放流体长 70 cm 左右的中华鲟 1 000 尾), 判断此尾中华鲟很可能是人工增殖放流的中华鲟。

在三峡截流前, 人工放流个体以初孵仔鱼为主^[18], 其放流后与自然繁殖的个体生长速度无明显差异, 因此随时间推移, 幼鲟生长变化较为规

律(表 3)。但在三峡截流后, 捕获幼鲟的平均规格却没有呈现出随时间推移逐渐增大的规律。这些变化可能主要有 2 方面的原因: (1)近年来长江口中华鲟幼鱼数量呈现下降趋势, 而随着人工繁殖放流技术的成熟和放流规格的提高, 使得人工繁殖放流的幼鲟在整个种群中所占的比例增高, 而人工培育的幼鲟较自然条件下的生长要快些, 这可能就是三峡截流后统计出的幼鲟平均规格增大的原因; 幼鲟的平均规格并非随时间的推移而增加, 这可能主要是由于每年开展中华鲟人工增殖放流活动时, 放流时间、放流规格和放流数量不同所造成。(2)三峡截流后水文状况的变化对幼鲟的生长可能也造成了一定影响。至于何种因素起关键作用还有待于进一步研究。

3.2 长江口中华鲟幼鱼数量变化

2001 年以前, 长江中下游未采取禁渔措施, 在常熟溆浦江段, 每年 4-8 月份, 渔民在用翻杠网(深水张网)作业时常可误捕一些中华鲟幼鱼^[19-21], 2001 年曾多达 3 911 尾^[12]。由于捕捞网具和捕捞强度的差异, 本研究的取样数量与其难于比较^[18]。但自 2002 年采取禁渔措施以来, 常熟市江面仅剩一部监测网, 即本研究取样所用的网具。因此

2002年以来各年所采获的样本数量基本可反映整个长江口的幼鲟资源量。依此分析可知,自2002年以来长江口幼鲟资源量呈现出逐步减少的趋势,尤其是近3年(2007–2009年),仅采获样本20~45尾,说明中华鲟幼鱼补充群体资源量已急剧减少(表1),这种情况需要引起高度关注。

3.3 关于中华鲟幼鱼到达长江口时间的影响因素

当年中华鲟仔鱼孵出后,需经约1700 km江段的洄游才能于次年到达常熟溆浦江段。每年中华鲟仔幼鱼降河的速度存在一定的差异(表4),造成这种差异的原因很可能是年度水文状况之间的变化。根据相关行为学研究结果,在中华鲟受精卵孵出后的2 d内,仔鱼处于随江水漂流的被动洄游状态,但在3~8日龄的5 d时间内,沿途都有仔鱼停留下来栖息索饵,直到第2年开始第2次洄游时,再游向海洋^[22–23]。由此推测,受精卵孵出后8 d内的流量状况对其降河速度影响较大,对于何时启动第2次洄游和第2次洄游期间,流量大小对降河速度可能也有一定的影响,但需要进一步的研究。如果由于水文状况的变化(特别是人为调控所造成),使中华鲟仔幼鱼降河速度过慢,导致中华鲟幼鱼入海的时间延迟到禁渔期(4–6月)之后,可能会带来一定的不利影响,需要考虑相应的保护对策^[19–21]。

致谢: 本实验取样在常熟市渔政管理站的大力协助下完成,在此深表谢意!

参考文献:

- [1] 四川省长江水产资源调查组. 长江鲟鱼类生物学及人工繁殖研究[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1988: 1–173.
- [2] 陈细华. 鲟形目鱼类生物学与资源现状[M]. 北京: 海洋出版社, 2007: 95–102.
- [3] Wei Q, Ke F, Zhang J, et al. Biology, fisheries, and conservation of sturgeons and paddlefish in China [J]. Environ Biol Fish, 1997, 48: 241–255.
- [4] Gao X, Brosse S, Chen Y, et al. Effects of damming on population sustainability of Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis*: evaluation of optimal conservation measures [J]. Environ Biol Fish, 2009, 86: 325–336.
- [5] Qiao Y, Tang X, Brosse S, et al. Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*) in the Yangtze River: a hydroacoustic assessment of fish location and abundance on the last spawning ground [J]. J Appl Ichthyol, 2006, 22(Suppl. 1): 140–144.
- [6] 陶江平, 乔晔, 杨志, 等. 葛洲坝产卵场中华鲟繁殖群体数量与繁殖规模估算及其变动趋势分析[J]. 水生态学杂志, 2009, 2(2): 37–43.
- [7] 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, 1999: 1–136.
- [8] 冷永智. 对中华鲟繁殖、发育及洄游问题的研讨[M]//长江鲟鱼类生物学及人工繁殖研究. 成都: 四川科学技术出版社, 1988: 268–281.
- [9] 赵燕, 黄琇, 余志堂. 中华鲟幼鱼现状调查[J]. 水利渔业, 1986 (6): 38–41.
- [10] 易继舫. 长江中华鲟幼鱼资源调查[J]. 葛洲坝水电, 1994 (1): 53–58.
- [11] 危起伟, 柯福恩, 庄平, 等. 论长江口中华鲟幼鱼的保护[C]//第一届东亚地区国家公园与保护区会议暨 CNPPA/IUCN 第41届工作会议文集. 北京: 中国环境科学出版社, 1994: 786–793.
- [12] 杨德国, 危起伟, 王凯, 等. 人工标志放流中华鲟幼鱼的降河洄游[J]. 水生生物学报, 2005, 29(1): 26–30.
- [13] Zhu B, Zhou F, Cao H, et al. Analysis of genetic variation in the Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis*: estimating the contribution of artificially produced larvae in a wild population [J]. J Appl Ichthyol, 2002, 18: 301–306.
- [14] 毛翠凤, 庄平, 刘健, 等. 长江口中华鲟幼鱼的生长特性[J]. 海洋渔业, 2005, 27(3): 177–181.
- [15] 张凤英, 庄平, 徐兆礼, 等. 长江口中华鲟自然保护区底栖动物[J]. 生态学杂志, 2007, 26(8): 1244–1249.
- [16] 罗刚, 庄平, 章龙珍, 等. 长江口中华鲟幼鱼的食物组成及摄食习性[J]. 应用生态学报, 2008, 19(1): 144–150.
- [17] 罗民波, 庄平, 沈新强, 等. 长江口中华鲟保护区及临近水域大型底栖动物研究[J]. 海洋环境科学, 2008, 27(6): 618–623.
- [18] 危起伟. 中华鲟繁殖行为生态学与资源评估[D]. 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 2003: 1–121.
- [19] 陈正国. 长江口中华鲟(*Acipenser sinensis* Gray)幼鱼资源保护对策的探讨[J]. 现代渔业信息, 1991, 6(4): 12–14.
- [20] 施德龙, 龚志高. 长江口中华鲟幼鱼的保护[J]. 海洋渔业, 1993 (2): 72–73.
- [21] 施德龙, 龚志高. 回眸中华鲟幼鱼保护13年[J]. 中国水产, 2001 (5): 22–23, 25.
- [22] 庄平. 鲟科鱼类个体发育行为学及其在进化与实践上的意义[D]. 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 1999: 1–125.
- [23] Zhuang P, Kynard B, Zhang L, et al. Ontogenetic behavior and migration of Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis* [J]. Environ Biol Fish, 2002, 65: 83–97.

Occurrence time and amount variation of juvenile Chinese sturgeon, *Acipenser sinensis* at Xupu, Changshu section of Yangtze River after closure of Three Gorges Dam

LI Luoxin^{1,2}, ZHANG Hui^{1,2}, WEI Qiwei^{1,2}, DU Hao^{1,2}, HONG Keming³

1. Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China;

2. Key Laboratory of Freshwater Biodiversity Conservation and Utilization, Ministry of Agriculture; Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Jingzhou 434000, China;

3. Changshu Fishery Supervision Station, Changshu 430070, China

Abstract: Chinese sturgeon *Acipenser sinensis*, a large anadromous species, mainly distributes in the continental shelf of the East China Sea and the main steam of Yangtze River. From July to August in each year, the pre-spawning individuals enter into the Yangtze estuary. Then they go against the water flow and will spawn in autumn of next year. The spawning locus is about 1 700 km away from the Yangtze estuary. After hatching, the yolk-sac larvae go downstream with the water flow and will arrive at the estuary in April and August of next year. Xupu, Changshu, a place at the Yangtze estuary, is a good site to monitor *A. sinensis* juveniles. So in years from 2002 to 2009, by a fixed stow net (set by the Yangtze Fishery Resources Commission for fishery monitoring) set in this site, we investigated the resources of *A. sinensis* juveniles. It was indicated that the emergence of the fish at Xupu, Changshu mainly occurred from May to July, with the average period being 86.6 days ($n=8$). The ranges of annual ($n=8$) average total length, body length and body weight were 25.2–40.1 cm, 23.2–33.5 cm and 70.7–314.8 g, respectively. The numbers of specimens captured in each year were very different, and a decreasing trend occurred from the year 2002 to 2009. The periods (ten days as a unit) with maximum sampling number were also different, which ranged from the second ten days of May to the last ten days of June. The sizes of the juveniles were very different in the same period of different year, and the sizes of the specimens captured in the same year and same date also showed difference. Compared with the study in the four years (1987, 1990, 1991 and 1992) before the closure of the Three Gorges Dam, the time range that juveniles arrived at the Yangtze estuary showed no obvious difference ($P>0.05$). However, the occurrence proportion in each ten days during the time from May to July varied. The high occurrence proportion was mainly in June before the closure, but after the closure it also occurred in May. The size of the juveniles was also different from pre-closure. It was speculated that the difference was caused by artificial enhancement and releasing, and variation of hydrological regime. Hydrological condition was an important factor influencing the time consumption for the fish to migrate from spawning area to the Yangtze estuary.

Key words: *Acipenser sinensis*; juvenile; resource; Yangtze estuary

Corresponding author: WEI Qiwei. E-mail: weiqw@yfi.ac.cn