

文章编号: 1674-5566(2010)05-0674-05

长江口中华鲟保护区生态环境初步评价

王春峰¹, 陈锦辉^{1,2}, 黄硕琳¹, 杨红¹, 刘健², 吴建辉²

(1. 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306; 2. 上海市长江口中华鲟自然保护区管理处, 上海 200092)

摘要: 长江口中华鲟自然保护区是中华鲟幼鲟入海前调节和索饵的重要场所, 分析和评价保护区生态环境对中华鲟保护具有重要的意义。通过 2005 年 8 月和 2006 年 5 月和 8 月保护区调查数据, 应用水质单项污染指数、富营养化污染指数和生物多样性指数评价保护区水域生态环境质量状况, 评价结果显示: 保护区总体处于中度污染水平, 该水域受无机磷污染严重, 无机氮污染有加重的趋势, 2006 年 5 月保护区富营养化程度最高, 而北港水域富营养化水平高于同期其它水域; 保护区内浮游植物生物量分布不均, 群落结构简单, 呈现出 2005 年 8 月生物量远高于 2006 年的 5 月和 8 月, 而其生物多样性低的反常现象; 通过近年来大型中华鲟误捕情况分析生态环境变化和河口工程活动对中华鲟生存的潜在影响。

关键词: 中华鲟; 长江口; 保护区; 生态环境

中图分类号: S 937 **文献标识码:** A

Preliminary evaluation of Yangtze Estuarine nature reserve for Chinese Sturgeon

WANG Chun-feng¹, CHEN Jin-hui^{1,2}, HUANG Shuo-lin¹, YANG Hong¹, LIU Jian², WU Jian-hui²

(¹ College of Marine Sciences Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China;

² Superintendency Department of Shanghai Yangtze Estuarine Nature Reserve for Chinese Sturgeon, Shanghai 200092, China)

Abstract: The Yangtze Estuarine nature reserve for Chinese Sturgeon is an important place for immature *Acipenser sinensis*. It has significant meaning to analyze and evaluate the eco-environment of Yangtze Estuarine Nature Reserve for Chinese Sturgeon. According to the analysis of the research data in August 2005 and in May and August 2006, the evaluation results indicated that the comprehensive quality was at the level of "middle pollution", and the ecological environment in the Nature Reserve was evaluated by the methods of single parameter pollution index, eutrophication index and biodiversity index. The pollution of DIP in the Reserve is serious and the pollution of DIN is worsened. The eutrophication level in May 2006 was the highest. The eutrophication level in North Channel of Changjiang Estuary was higher than the other waters in the same period. The phytoplankton biomass is maldistributed and the community structure is simple and unstable. The phytoplankton biomass in August 2005 was larger than that of level in May and August 2006, but the level of bio-diversity was lower in August 2005. Through analyzing the incidental catches of the large-

收稿日期: 2009-11-02

基金项目: 上海市优秀青年基金项目 (ssc-07012); 上海长江大桥工程对中华鲟洄游的环境影响监测 (20060601001); 长江口中华鲟种质资源及种群分布监测 (D8005080078)

作者简介: 王春峰 (1980-), 男, 硕士研究生, 专业方向为水域环境监测与保护。E-mail: cfwang@shou.edu.cn

通讯作者: 杨红, E-mail: hyang@shou.edu.cn

scale *Acipenser sinensis* it was found that the environment change and engineering activities formed the potential hazard to *Acipenser sinensis*

Key words: *Acipenser sinensis*; the Yangtze River Estuary; nature reserve; eco-environment

长江口中华鲟自然保护区成立于2002年,其主要保护对象是中华鲟幼鱼及其生境。保护区北起北八圩港,南起奚甲港,由崇明岛东滩围垦的外围大堤与吴淞标高负5m的等深线构成。包括保护区核心区、缓冲区和实验区;核心区面积276 km²,其中零米等深线以上面积约130 km²,零米等深线以下面积约146 km²。

长江口中华鲟保护区是中华鲟幼鱼降海洄游前入海调节和索饵的主要场所,对于中华鲟的研究多见于其生物学及长江上游产卵地生态环境的研究,而针对长江口中华鲟自然保护区水域进行生态环境调查研究相对较少,本文通过历年长江口中华鲟自然保护区调查数据,分析长江口区中华鲟生存空间的生态环境变化,初步评价保护区水域生态环境质量状况,对长江口珍稀濒危动物——中华鲟的保护提供一定的理论基础。

1 材料与方法

在长江口中华鲟保护区水域南支北港和保护区内设置5个水质采样站点(图1),分别是I站——南支北港隧桥工程水域、II站——团结沙、III站——东旺沙、IV站——崇明以东海域、V站——八圩港;同时采集浮游生物水样。监测项目包括水质、浮游生物和水文气象。

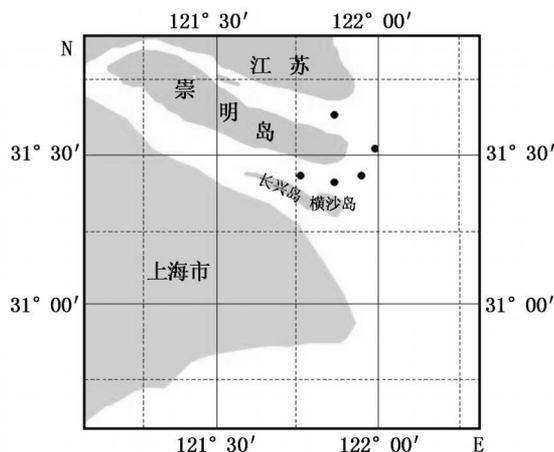


图1 调查站位示意图

Fig 1 The locations of investigation sites

1.1 现场采样与调查

2006年5月和8月对长江口中华鲟自然保护区进行定点观测,水样采集后加入固定液保存,浮游生物采用标准浮游生物I型网、II型网和III型网进行垂直拖网的方式进行现场采样,使用甲醛溶液固定保存后带回实验室分析,取样和分析方法均按根据《海洋监测规范》(GB 17378—1998)^[1]进行。

1.2 水质现状评价标准与方法

水体质量评价标准采用《海水水质标准》(GB3097—1997)^[2](表1),选择各站位表层的DO浓度、COD浓度、DIN浓度和DIP浓度作为评判指标,其中硝酸盐氮、氨氮和亚硝酸盐氮浓度之和作为DIN浓度;运用单项污染指数^[3-4]、富营养化污染指数^[5]和Shannon Weiner生物多样性指数^[6-7]评价保护区生态环境状况。

表1 水质评价标准

Tab. 1 The standard of water quality evaluation

类别	(mg/L)			
	I类	II类	III类	IV类
DO	6	5	4	3
COD	2	3	4	5
DIN	0.20	0.30	0.40	0.50
DIP	0.015	0.030	0.030	0.045

(1) 单项污染指数评价公式

$$P_i = \frac{C_i}{C_{oi}} \quad (1)$$

式中: P_i 为第 i 种污染物污染指数; C_i 为第 i 种污染物实测浓度 (mg/L); C_{oi} 为第 i 种污染物评价标准值 (mg/L)。当评价因子的标准指数 < 1 时,表明该水质因子满足选定的水质标准;标准指数 > 1 时,表明该水质因子超过选定的水质标准,已不能满足使用要求。

由于溶解氧 (DO) 与其他水质参数的性质不同,需要用不同的指数单元形式,DO的标准型指数单元为

$$P_{Do} = \frac{|M_{Do} - C_{Do}|}{|M_{Do} - S_{Do}|} \quad (M_{Do} \geq S_{Do}) \quad (2)$$

$$P_{DO} = 10 - 9 \frac{C_{DO}}{S_{DO}} \quad (M_{DO} < S_{DO}) \quad (3)$$

$$M_{DO} = \frac{468}{31.6 + T} \quad (4)$$

式中: P_{DO} 为溶解氧污染指数; M_{DO} 为饱和溶解氧浓度 (mg/L); C_{DO} 为溶解氧实测浓度 (mg/L); S_{DO} 为溶解氧标准值 (mg/L); T 为水温 ($^{\circ}\text{C}$)。

(2)水质富营养化指数公式

$$E = \frac{P_{COD} \times P_{DN} \times P_{DP}}{4500} \times 10^6 \quad (5)$$

式中: E 为富营养化指数; P_{COD} 为海水中化学耗氧量浓度 (mg/L); P_{DN} 为海水中无机氮浓度 (mg/L); P_{DP} 为海水中溶解态无机磷浓度 (mg/L); 当 E 大于或等于 1即为富营养化, E 值越高, 富营养化程度越严重。

(3)多样性指数公式

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (6)$$

式中: H' 为种类多样性指数; S 为样品中的种类总数; P_i 为第 i 种的个体数 (n_i)或生物量 (ω_i)与总个体数 (N)或总生物量 (W)的比值。

一般认为, 正常环境该指数值高; 环境受污该指数降低。

2 结果

2.1 单项水质评价结果

单项水质评价结果如表 2所示, 中华鲟保护区及其邻近海域 DO基本能满足 I类水质标准, 2006年 5月北港和北支两个点 DO含量较低分别是 II类和 III类水质标准; 2005年 8月 COD均超过 I类水质标准, 北港和东滩两个站位超过 II类水质标准, 2006年 5月 3个站位 COD超过 I类水质, 北港水域站位只能满足 IV类水质标准, 污染相对比较严重; 无机磷是 4个指标中超标最严重的一项, 2006年 5月和 8月各站位均超过 IV类水质标准, 2005年 8月 4个站位超 III类; 2005年 8月无机氮只有 1个站位超过 I类, 2006年 5月北港水域的站位超过 III类, 其它基本能满足 I类水质, 而 2006年 8月无机氮超标比较严重, 基本上都超过了 IV类水质。

从各月份对比来看, 2006年 5月和 8月氮磷超标较严重, 2005年 8月 COD超标较高; 从 2年中相同月份 (8月)对比, 2006年氮磷超标明显高

于 2005年, 表明 2006年保护区水域富营养化有加剧的趋势, 但有机污染相对减轻; 从各站位对比来看, 2006年北港水域水质相对较差。

表 2 单项水质评价超标站位数

Tab. 2 The over standard stations of single water parameter

项目	标准	DO	COD	磷酸盐	无机氮
2005年 8月 超标站位数 (个)	超 I类	0	5	5	1
	超 II类	0	2	4	0
	超 III类	0	0	4	0
	超 IV类	0	0	2	0
2006年 5月 超标站位数 (个)	超 I类	2	3	5	4
	超 II类	1	1	5	1
	超 III类	0	1	5	1
	超 IV类	0	0	5	0
2006年 8月 超标站位数 (个)	超 I类	0	0	5	5
	超 II类	0	0	5	5
	超 III类	0	0	5	5
	超 IV类	0	0	5	4

2.2 水质富营养化评价结果

长江口及其邻近海域为富营养化“问题海域”, 富营养化状况十分严重, 成为中国近海赤潮高发区^[8], 评价结果 (表 3)显示各月保护区 E 均值均已超过 1, 呈富营养化。2006年 5月 E 值最高, 平均值达到 22.09, 2005年 8月相对较低, 最低值出现在北港水域为 0.07, 在同一地点 2006年 5月和 8月分别为 43.51和 18.46, 远高于 2005年, 可见北港水域富营养化程度加剧。

表 3 保护区富营养化评价

Tab. 3 The evaluating result of eutrophication in the Yangtze Estuary Nature Reserve

项目	E 值范围	E 平均值	$E \geq 1$ 所占百分比
2005年 8月	0.07~5.86	2.41	80%
2006年 5月	2.10~43.51	22.09	100%
2006年 8月	2.59~18.46	9.66	100%

总体来看, 长江口中华鲟保护区及邻近海域富营养化加剧^[9], 2006年 5月富营养化程度高于 8月, 北港水域富营养化变化明显。

2.3 浮游植物评价结果

调查分析结果显示 (表 4): 2005年 8月浮游植物量均值最高, 平均值达到 $809.37 \times 10^4 \text{ ind/m}^3$, 多样性指数 3个月份中最低, 为 1.16。2006年 8月平均浮游植物量位居第二, 多样性指数为

2.62, 3个月份中最高。2006年5月平均生物量最低,而多样性指数位列第二。对照多样性指数

与水质污染程度表(表5)^[10],各年月水质都处于中度污染水平,2006年8月污染程度相对较低。

表4 保护区浮游植物评价结果

Tab. 4 The evaluating result of phytoplankton in the Yangtze Estuary Nature Reserve

	总生物量 ($10^4 \text{ ind}/\text{m}^3$)		多样性指数 H'	
	变动范围	均值	变动范围	均值
2005年8月	9.44~2646.00	188.95	0.18~2.71	1.16
2006年5月	5.28~44.80	18.91	0.04~3.38	1.85
2006年8月	26.88~74.33	47.09	2.27~2.92	2.62

表5 多样性指数 H' 与水质污染程度的关系

Tab. 5 Relationship between H' value and polluted situation of water quality

H' 值	污染程度
0~1.0	重污染
1.0~3.0	中度污染
>3.0	轻度污染或无污染

各站位浮游植物分布为,2005年8月北港水域站位生物量最低,而八效港站位生物量最高,同比2006年5月各站位生物量均大幅下降,相差近2个数量级,八效港站位生物量从原来的 $2646.00 \times 10^4 \text{ ind}/\text{m}^3$ 下降到 $7.71 \times 10^4 \text{ ind}/\text{m}^3$,同年8月生物量有所上升。

各年月浮游植物变动情况表明,中华鲟保护区浮游植物2005年8月生物量最高,但多样性指数最低,表明浮游植物的生物量与其生物种类数变化相反,群落结构趋向简单^[11],主要原因是浮游植物中优势种中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)的大量繁殖密集所致,其中2005年8月优势种中肋骨条藻平均优势度为0.90,2006年5月为0.83,2006年6月为0.76,可以得出调查水域因单一种类的大量繁殖,对水域的生态环境质量已构成严重威胁。

3 分析与讨论

3.1 人为误捕对中华鲟影响分析

据2007年长江口中华鲟自然保护区统计,2006—2007年误捕的大型中华鲟(体长一般超过3m)共计7尾,其发现地点大致如图2所示,分布范围较广,从黄海南部南通水域到浙江象山港水域,其中在象山港同一天发现2尾;除一条放生,以及在金山金汇港发现的暂养以外,其它5尾大型中华鲟均死亡,在这7尾大型中华鲟中有

3尾是网具误捕,1尾为螺旋桨绞死,其它几尾未说明。据长江口中华鲟保护区管理处调查结果表明,近几年大型中华鲟误捕死亡的事件不断攀升,其中网具误捕是大型中华鲟受伤死亡的一个重要因素。

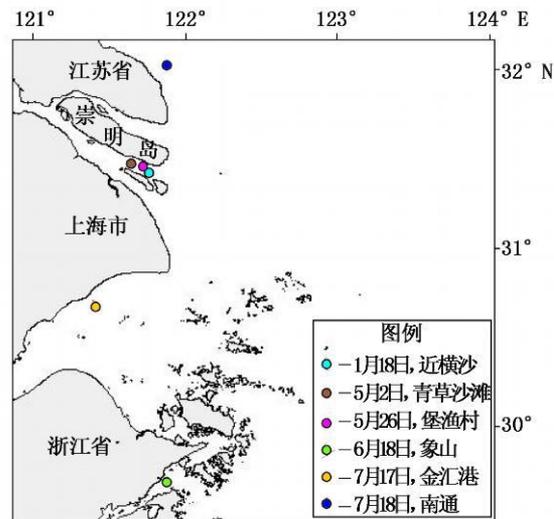


图2 大型中华鲟发现地点示意图

Fig. 2 The locations of the large *Acipenser sinensis* to be found

3.2 环境变化对中华鲟的影响分析

长江口生态环境的不断恶化^[12]也是造成大型中华鲟死亡的主要原因之一。长江口出现暖冬现象,夏季温度高。调查资料显示,2006年北港水域5月份平均水温就达到 23.2°C ,高出历年调查水温 2°C 左右,由于中华鲟适宜在水温 25°C 以下的条件下生存^[13],水温等环境要素的变化可能会对中华鲟的生理产生影响,使其推迟洄游时间或改变洄游路线。

长江口水体富营养化不断加剧,保护区水域各月份无机磷浓度始终保持较高的水平,超标比较严重,这与保护区水体混合强烈,造成水体悬

浮泥沙对 DIP 产生吸附释放作用,形成较为稳定的缓冲机制^[14],使该水域 DIP 含量维持在一定水平。北港水域 DIN 含量有加剧的趋势,特别是 2006 年 5 月和 8 月, DIN 都处于超 III 类水质指标,高于其它站位的浓度水平。2006 年 5 月和 8 月正处于上海长江大桥打桩施工期,调查结果也显示在北港水域营养盐平均含量高于保护区水域,历年保护区春季 DIP 平均浓度 0.03 mg/L 左右,而 2006 年监测结果北港水域 DIP 平均浓度都在 0.07 mg/L;而 COD 浓度也是保护区其它站点浓度的 2 倍,施工疏浚、污水排放等造成的环境污染问题不可避免。

3.3 工程活动对中华鲟的影响分析

在大型中华鲟误捕统计中,北港水域大型中华鲟误捕共发现 3 尾,是发现大型中华鲟较为集中的水域,其中 2 尾发现时已死亡,1 尾经有关专家鉴定为大型船舶螺旋桨绞断致死。近年来长江口水域工程活动日趋频繁,如北港水域在建上海越江大桥工程,中美跨太平洋直达国际海底光缆铺设工程,施工船可直接对中华鲟等鱼类产生危害,而工程引起的悬浮泥沙对仔稚幼鱼和鱼卵产生伤害,悬浮泥沙干扰浮游植物光合作用,可能导致河口底栖动物群落结构与生物多样性的显著影响^[15-16]。保护区各月浮游植物生物多样性指数值偏低,分布极不均匀,优势种中肋骨条藻占据绝对优势,而北港水域各月浮游植物生物量始终处于各站点最低水平,该水域受工程影响不容忽视。

参考文献:

- [1] 国家质量技术监督局. GB 17378—1998, 海洋监测规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.

- [2] 国家环境保护局. GB 3097—1997, 海水水质标准 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1998.
- [3] 全为民, 沈新强. 长江口及邻近水域渔业环境质量的现状及变化趋势研究 [J]. 海洋渔业, 2004, 26(2): 93—98.
- [4] 沈新强, 袁骥, 王云龙. 长江口、杭州湾附近渔业水域生态环境质量评价研究 [J]. 水产学报, 2003, 27(增刊): 76—81.
- [5] 刘雪芹. 舟山近岸海域富营养化评价 [J]. 海洋湖沼通报, 2005, (2): 55—60.
- [6] 王云龙, 袁骥, 沈新强. 长江口及邻近水域春季浮游植物的生态特征 [J]. 中国水产科学, 2005, 12(3): 300—306.
- [7] 蔡立哲, 马丽, 高阳, 等. 海洋底栖动物多样性指数污染程度评价标准的分析 [J]. 厦门大学学报, 2002, 42(5): 641—646.
- [8] 叶属峰, 纪焕红, 曹恋. 长江口海域赤潮成因及其防治对策 [J]. 海洋科学, 2004, 287(5): 26—32.
- [9] 晁敏, 沈新强, 李纯厚, 等. 长江口及邻近渔业水域生态系统重建及管理对策 [J]. 海洋渔业, 2005, 27(1): 74—79.
- [10] 孔繁翔. 环境生物学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000, 162—163.
- [11] 王金辉, 黄秀清, 刘阿成, 等. 长江口及邻近水域的生物多样性变化趋势分析 [J]. 海洋通报, 2004, 23(1): 32—39.
- [12] 杨鸿山, 钟霞芸, 韩金翟, 等. 长江口水质污染及其对渔业的影响 [J]. 中国水产科学, 1999, 6(5): 78—82.
- [13] 毛翠凤, 庄平. 长江口中华鲟幼鱼的生长特性 [J]. 海洋渔业, 2005, 27(3): 177—181.
- [14] 李峥, 沈志良, 周淑青, 等. 长江口及其邻近海域磷的分布变化特征 [J]. 海洋科学, 2007, 31(1): 28—37.
- [15] 叶属峰, 纪焕红, 曹恋, 等. 河口大型工程对长江口底栖动物种类组成及生物量的影响研究 [J]. 海洋通报, 2004, 23(4): 32—37.
- [16] 袁兴中, 陆健健. 围垦对长江口南岸底栖动物群落结构及多样性的影响 [J]. 生态学报, 2001, 21(10): 1642—1647.