

doi: 10.7541/2019.167

长江中下游干流江豚岸线栖息地质量评估

章晋秀^{1,2} 陈 懋¹ 韩 祎¹ 雷珮玉^{1,2} 王克雄¹ 梅志刚¹ 王 丁¹

(1. 中国科学院水生生物研究所水生生物多样性与保护重点实验室, 武汉 430072; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 栖息地环境质量直接影响长江江豚的种群数量与分布, 但当前长江中下游全尺度的江豚栖息地质量状况尚不清楚。研究于2017年11月10日至12月17日“2017年长江江豚生态科学考察”期间, 使用相机拍照采样的方法, 开展了长江中下游干流宜昌至上海江段江豚岸线栖息地质量现状调查。一共采集了794个有效岸线样点, 观察到江豚318次631头次。卡方拟合优度检验结果显示, 江豚在自然岸线的观测频数占比显著性高于其期望频数占比($\chi^2=68.99$, $P<0.001$), 而在半自然岸线和固化岸线中结果却相反($\chi^2=39.26$, $P<0.001$; $\chi^2=12.15$, $P<0.001$), 自然岸线是江豚偏好分布的栖息地类型。同时调查表明长江中下游干流自然岸线受到严重破坏, 半自然岸线和固化岸线占比达45.47%。此外, 岸线栖息地破碎化显著, 自然岸线的区域中间都间杂了半固化的或者完全固化的岸线, 这可能是导致长江干流江豚破碎化分布的主要原因。当前长江中下游干流岸线栖息地质量衰退与破碎化现象十分显著, 是江豚生存的重要威胁, 建议实施硬化岸线的自然恢复和重建破碎化岸线的连通性。

关键词: 长江江豚; 长江; 栖息地评估; 破碎化

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-3207(2019)增-0056-06

长江江豚(*Neophocaena asiaeorientalis asiaeorientalis*, 以下简称“江豚”), 是鼠海豚科中唯一的淡水种群, 仅分布在长江中下游干流及洞庭湖和鄱阳湖中^[1], 为我国仅存的淡水鲸类动物^[2]。由于长江中下游流域环境持续恶化, 江豚的种群数量呈现显著的加速下降趋势^[3]。2012年长江淡水豚考察结果显示, 江豚的种群数量已经由1990年代早期的约2700头下降至1040头左右^[3,4]。在2006至2012年间, 长江干流江豚种群的年平均下降速率达到13.73%^[3], 种群极度濒危, 生存形势严峻^[5], 未来100年面临极高的灭绝风险^[6]。“酷捕滥捞、非法渔业活动、航运、水利工程建设和水体污染”是导致其种群数量快速下降的主要因素^[5]。更严重的是, 这些人类活动导致的栖息地质量持续下降以及栖息地破碎化^[3,5-7], 进一步影响了江豚在长江干流的分布和生存。栖息地的保护和恢复是濒危物种保护的重要内容^[8], 而明确关键的栖息地类型和评估

栖息地质量现状是实施栖息地恢复和保护的重要步骤。

关于江豚的栖息地选择已经有了许多研究, 一般认为江豚喜好在江河、江湖交汇处和沙洲附近等水域活动, 原因是这些水域河床坡度平缓, 底质为淤泥, 大型回水区多, 水流缓慢, 水生生物资源丰富, 人类活动少^[4,9,10]。还有一些研究报道江豚在离岸300 m左右的范围内活动最频繁, 在离岸500 m外活动较少^[11,12]。在完全排除人类活动干扰的迁地保护区中, 江豚主要选择分布在水深7—12 m, 坡度平缓($<2^\circ$)的水域^[13]。归纳来看, 江豚偏好生境的普遍特征是底质为泥沙、坡度平缓, 主要是靠近沙洲和岸边的自然浅滩水域。然而, 逐年增多的大型涉水工程, 如筑坝、码头和桥梁建设、航道整治、修建护坡、城市滨江发展等, 改变了河流的水文条件和形态, 江豚喜好的浅滩区域的水文条件和生境质量遭到了一定程度的破坏, 因此其种群数量受到了

收稿日期: 2018-10-16; **修订日期:** 2019-06-03

基金项目: 国家自然科学基金(31430080和31500456); 中国科学院特色研究所项目(支撑长江经济带可持续发展的生态环境保护战略对策研究)资助 [Supported by the National Natural Science Foundation of China (31430080, 3100456); the Programme for Feature Institutes of Chinese Academy of Sciences (the Strategic Countermeasures of Ecological and Environmental Protection in Supporting Sustainable Development of the Yangtze Economic Belt)]

作者简介: 章晋秀(1995—), 女, 安徽池州人; 硕士; 主要研究方向为鲸类保护生物学。E-mail: zhangjx@ihb.ac.cn

通信作者: 梅志刚(1986—), 主要研究方向为鲸类保护生物学。E-mail: meizhigang@ihb.ac.cn

相应的影响^[14, 15]。此外, 世界上对于其他淡水豚类的相关研究也显示, 河流岸线及浅滩生境的破坏是威胁淡水豚类生存的主要因素之一^[16–18]。

调查鲸类栖息地现状的方法有很多, 传统的实地调查法多为船只流动或者定点观察^[4, 10, 13]。以往江豚栖息地的研究往往只针对于某一具体区域的栖息地进行采样分析, 大尺度的调查研究还十分有限。此外, 也有一些研究采用卫星遥感影像分析揭示了鲸类大尺度栖息地的变动格局^[19]。然而, 由于分辨率的限制(如Landsat的卫星遥感影像分辨率为30 m), 该方法应用于分析长江流域面积较小的浅滩环境特征(如植被、土地覆盖类型等)及判断生境质量存在一定困难, 不足以对当前的岸线现状进行精确的描述。近年来兴起的无人机遥测技术为鲸类栖息地研究提供了新途径^[20–22], 但海岸线和长江岸线附近存在众多无人机禁飞区域, 操作受到限制, 无法保证采样的连续性。

因此, 本研究以“2017年长江江豚生态科学考察”为契机, 采用数码相机连续拍摄的方法, 开展了长江中下游干流全尺度的岸线栖息地调查工作, 获取了高密度且连续的江豚岸线栖息地环境数据。同时结合考察中记录的江豚种群分布数据, 分析了江豚对不同岸线栖息地的喜好, 并据此评估了当前岸线栖息地质量的现状。该考察有效的采集和分析了浅滩、沙洲及岸线等关键栖息地的环境信息, 为江豚栖息地环境质量现状的评估提供了可靠依据。

1 材料与方法

1.1 研究区域和实验设计

本研究于2017年11月10日至12月17日开展, 考察路径为从武汉出发上行至宜昌, 然后下行至上海, 最后从上海返回武汉, 考察航程约3400 km。

采用截线抽样法调查江豚分布情况。考察使用的船只为武汉渔政船(No.42001)和农业农村部

江办渔政船(No. 020), 两船均具有良好的4.5 m高的观察平台。考察时, 两船分别沿两侧岸边航行, 返程时则更换, 以保障每艘船都对两侧岸边进行完整考察。考察船均保持距离各自岸边约300 m航行, 速度为15 km/h。且两船之间前后相距5—10 km, 以保证数据的独立性。每艘船有6名主要观察者, 使用双筒望远镜(Fujinon, 7×50)进行观察, 在主要观察平台的左、中、右三个位置上进行轮换, 每30min轮换一次。左边观察者负责–90°到10°的水域, 右边观察者负责90°到–10°的水域, 中间的数据记录员负责记录工作, 同时也用望远镜或者肉眼在船前方180°范围内搜寻动物。

岸线影像拍摄工作仅在武汉渔政船上进行, 当班的中间记录员每10min使用高分辨率相机(佳能SX720)的广角镜头正对船只的右岸拍摄1张照片, 每张照片覆盖范围为150—200 m, 保证了采样的高密度性和连续性。考察时间为冬季, 属长江枯水期, 浅滩露出, 通过拍照取样即可准确记录岸线利用情况。

1.2 数据记录与处理

考察过程中使用手持式GPS记录考察船航迹和江豚目击位点, 同时还会记录动物群体大小和目击位点的环境类型等信息。

采样点环境信息均以照片的形式保存, 挑选出对焦清晰的正摄照片, 对每个采样点迎水坡面的岸线类型进行人工判读, 将图片信息数字化。具体判读标准及指标见表1。

1.3 数据分析

所有环境信息按照环境功能类群合并为3类岸线进行分析, 将自然泥质或沙质岸线和自然岩石质岸线合并为自然岸线; 自然岸线+抛石护坡和自然岸线+水泥护坡合并为半自然岸线; 而水泥护坡、抛石护坡和水泥+抛石护坡合并为固化岸线。

将目击数据和采样点环境信息均按照南北岸

表1 岸线拍摄影像判读指标及标准

Tab. 1 Indicators and criteria for river bank images

岸线类型Type of river banks	判读标准Criteria
自然泥质或沙质岸线Muddy or sandy river bank	迎水坡面为裸露的洲滩, 自然长草, 底质为泥质或者沙质Riverside slope is covered by plants and the substrate is muddy or sandy
自然岩石质岸线Rocky river bank	迎水坡面为岩石质, 少量有自然长草Riverside slope is covered by rocks and sporadic plants
自然岸线+抛石护坡Natural river bank and riprapping revetment	迎水坡面堤脚用干砌块石、浆砌块石或浆砌预制块进行加固, 上半部分自然长草Lower parts of the riverside slope of the levee are reinforced with riprap and upper parts remains natural
自然岸线+水泥护坡Natural river bank and concrete revetment	迎水坡面堤脚用水泥混凝土硬化加固, 上半部分自然长草Lower parts of the riverside slope of the levee are reinforced with concrete and upper part remains natural
水泥护坡Concrete revetment	迎水坡面全部被水泥混凝土硬化加固Riverside slope is reinforced with concrete
抛石护坡Riprapping revetment	迎水坡面全部被干砌块石、浆砌块石或浆砌预制块进行加固Riverside slope is reinforced with riprap
水泥+抛石护坡Concrete and riprapping revetment	迎水坡面一部分用混凝土加固, 另一部分用干砌块石、浆砌块石或浆砌预制块进行加固Riverside slope is partially reinforced with concrete and partially reinforced with riprap

进行分类,再将分类后的目击数据和采样点环境信息导入ArcGIS10.3中进行管理,寻找江豚目击位点上下游各2 km内的岸线采样点与之匹配(南岸目击位点匹配南岸采样点,北岸目击位点则匹配北岸采样点)。若目击位点上下游2 km内没有岸线采样点,则参考考察记录表中的环境数据进行信息匹配。使用R3.5.2统计分析软件^[23] RVAideMemoire程序包^[24]进行卡方拟合优度检验(Chi-squared goodness of fit test),分析对于不同岸线类型,江豚目击头数的观测频数分布与期望频数分布是否具有显著性差异。再进一步进行两两比较(Post hoc testing),分别检验三种岸线类型中目击头数的观测频数占比与期望频数占比是否具有显著性差异。

2 结果

此次考察共观察到江豚318次,631头次(包含所有观察)。通过相机拍摄岸线的方式,从宜昌葛洲坝下至上海共获得有效采样点794个(平均采样间隔为4 km),其中北岸采集到419个采样点,南岸采集到375个采样点。

2.1 长江干流岸线环境现状

自然岸线的采样点数为433个,占总采样点的54.53%;133个采样点为半自然岸线,占总采样点位的16.75%;而固化岸线的采样点有228个,占总采样点的28.72%(图1)。长江北岸的自然岸线及半自然

岸线略多于南岸,固化岸线则是南岸居多,但总体上两岸岸线分布模式基本一致(图2)。

从分布来看,北岸固化岸线较为集中的区域主要是荆江江段、武汉江段、彭泽江段、马鞍山江段、江阴江段以及上海江段;南岸固化岸线主要分布在荆江江段、洪湖江段以及江阴以下江段(图2)。从区域上来看,武汉及以上江段存在一些不连续的自然岸线,江西湖口至江苏南京之间保持了较为自然的连续岸线环境,而江苏镇江以下水域,自然岸线较少,岸线固化情况较为严重,南通以下水域,固化岸线高达80%以上(表2)。

2.2 江豚对不同岸线类型的偏好

自然岸线中江豚目击头数为448头(95%CI=425—470),占总目击头数的71.00%;在半自然岸线

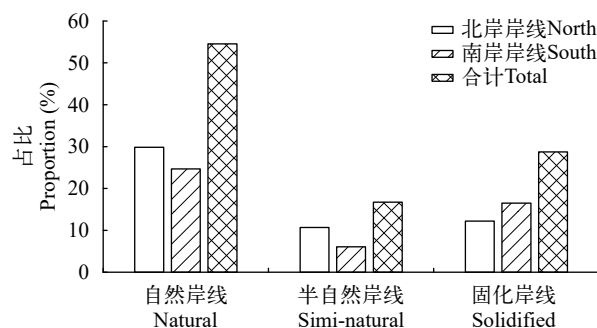


图1 不同岸线类型占比

Fig. 1 Proportions of different types of the river bank

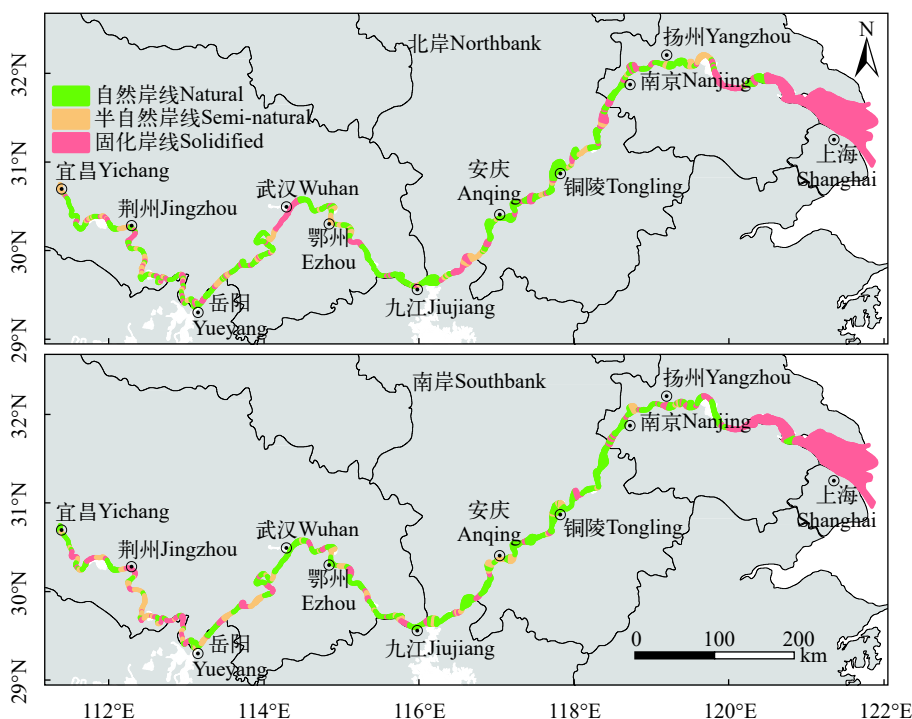


图2 长江中下游干流岸线环境现状

Fig. 2 The river bank status of the main stem of the middle and lower reaches of the Yangtze River

表 2 长江中下游干流不同区域岸线现状

Tab. 2 Length of differently types of river banks in the three sections of the middle and lower reaches of the Yangtze River

区域Area	北岸岸线长度Length of the north river bank (km)			南岸岸线长度Length of the south river bank (km)		
	自然Natural	半自然Semi-natural	固化Solidified	自然Natural	半自然Semi-natural	固化Solidified
宜昌-鄂州Yichang-Ezhou	382	148	168	308	199	191
鄂州-华阳Ezhou-Huayang	142	23	44	138	30	41
华阳-上海Huayang-Shanghai	322	103	315	411	54	275

和固化岸线中的目击头数分别为80头(95%CI=64—98)和103头(95%CI=85—123), 分别占比12.68%和16.32%。

卡方拟合优度检验结果显示, 在三种岸线类型中, 江豚目击的观测频数分布与期望频数分布有显著性差异($\chi^2=69.81$, $P<0.001$)。进一步进行两两比较结果显示(图 3), 江豚在自然岸线的观测频数占比显著性高于其期望频数占比($\chi^2=68.99$, $P<0.001$), 而在半自然岸线和固化岸线中的观测频数占比均显著性低于各自的期望频数占比($\chi^2=39.26$, $P<0.001$; $\chi^2=12.15$, $P<0.001$)。

3 讨论

对江豚在不同岸线类型中出现的频数分布比较分析, 发现江豚在自然岸线的观测频数占比显著性高于其期望频数占比, 而在半自然岸线和固化岸线中的观测频数占比均显著性低于各自的期望频数占比。由此可见, 自然岸线是江豚偏好的栖息地类型, 并且江豚会回避半自然岸线, 尤其是固化岸线, 这与已有的研究结果比较一致^[4, 9, 10]。河岸的开发、固化会导致鱼类栖息、产卵的浅滩水域丧失, 影响鱼类的生存繁衍^[25]。而江豚的分布与鱼类群落分布具有正相关关系^[26—28], 鱼类资源的减少导致江豚的饵料食物缺乏, 影响江豚在该区域的分布。

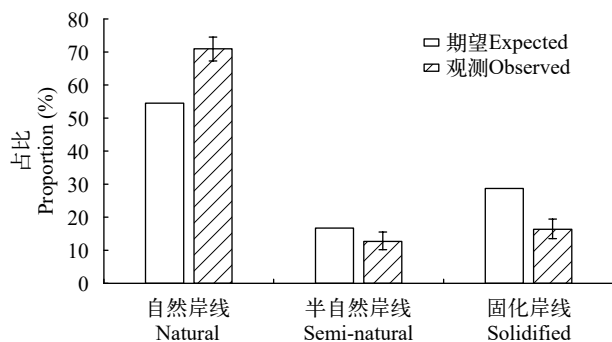


图 3 三种岸线类型中江豚目击的观测频数分布与期望频数分布(误差条表示各观测频数占比的95%置信区间)

Fig. 3 Observed and expected frequent distribution of individuals in three river bank types (Error bars indicate 95% confidence intervals for each observed frequencies proportion)

另外, 长江岸线固化工程对江豚的近岸分布产生影响^[29], 并且施工过程中所产生的噪音会造成江豚远离施工区域, 也会影响其分布^[30], 导致适宜的栖息地进一步被压缩。

鄱阳湖湖口至江苏南京之间是目前长江中下游干流中自然岸线保持最好的区域, 且这些自然岸线较为连续, 是干流江豚相对较好的栖息地。从历年考察中江豚分布来看, 鄱阳湖湖口至江苏镇江之间江段是江豚连续的高密度分布区^[3, 7, 31], 推测较好且连续的自然岸线是促使这一区域江豚连续分布的原因之一。

目前长江中下游干流半自然岸线和固化岸线所占比例高达45.47%, 江豚偏好分布的自然岸线受到严重破坏。在部分区域, 例如南通以下水域, 固化岸线高达80%以上, 可见自然岸线的丧失已经非常严重。而实际上, 这一区域江豚分布密度也是最低的^[3, 7]。

本研究显示, 在宜昌至鄂州之间江段, 虽然存在一定数量的自然岸线, 但是这些区域中间都间杂了半自然或者完全固化的岸线, 自然岸线破碎化显著。而2006年和2012年的长江淡水豚科学考察结果均表明江豚在长江中下游干流的分布呈现斑块化的现象, 尤其是在宜昌至鄂州江段, 斑块化分布最为显著, 发现了多个江豚的空白分布区^[3, 7]。推测自然岸线破碎化可能是导致江豚斑块化分布的原因之一。在长江禁渔政策严格实施之后, 这甚至会成为威胁这一江段江豚种群生存和恢复的最主要因素。

实施江豚栖息地保护和恢复是实现种群恢复和增长的有效手段^[5]。本研究结果显示, 目前长江中下游干流自然岸线这类江豚喜好的栖息地受到严重破坏, 自然岸线之间的连通性不佳, 破碎化显著, 岸线质量的衰退与破碎化是江豚生存的重要威胁。建议以恢复和保护江豚自然岸线栖息地为目标, 从流域尺度上综合规划, 针对性地实施长江中下游自然岸线的保护和恢复工程。

建议: 在宜昌至鄂州江段, 由于冲刷、抛石护坡等原因导致岸线栖息地破碎化显著, 可采取河道

形态优化和局部水文情势调整等手段,实现栖息地环境的恢复。鄂州至南京江段,大量的航道整治工程正在规划实施,建议加强对航道整治项目的规划审查,评估相关工程对江豚及其栖息地的影响,限制关键区域涉水项目的实施。同时,该江段还应注意对航运和非法渔业活动的监管。南京至上海江段,要持续加强零散码头的归并和非法码头的清理工作,配合实施岸带洲滩的保护和自然恢复工程。

致谢:

本研究的拍照采样和江豚观测由“2017年长江江豚生态科学考察”的科考队员共同完成,感谢所有科考队员和科考船员提供的协助。

参考文献:

- [1] Gao A L, Zhou K Y. Geographical variation of external measurements and three subspecies of *Neophocaena phocaenoides* in Chinese waters [J]. *Acta Theriologica Sinica*, 1995, (2): 81—92 [高安利, 周开亚. 中国水域江豚外形的地理变异和江豚的三亚种. 兽类学报, 1995, (2): 81—92]
- [2] Turvey S T, Pitman R L, Taylor B L, *et al.* First human-caused extinction of a cetacean species [J]? *Biology Letters*, 2007, 3(5): 537—540
- [3] Mei, Z G, Zhang X Q, Huang S L, *et al.* The Yangtze finless porpoise: On an accelerating path to extinction [J]? *Biological Conservation*, 2014, (172): 117—123
- [4] Zhang X F, Liu R J, Zhao Q Z, *et al.* The population of finless porpoise in the middle and lower reaches of Yangtze River [J]. *Acta Theriologica Sinica*, 1993, 13(4): 260—270 [张先锋, 刘仁俊, 赵庆中, 等. 长江中下游江豚种群现状评价. 兽类学报, 1993, 13(4): 260—270]
- [5] Wang D. Population status, threats and conservation of the Yangtze finless porpoise [J]. *Bulletin of the Chinese Academy of Sciences*, 2009, 54(1): 3473—3484
- [6] Mei Z G. Study on the Population dynamics and endangered mechanism of the Yangtze finless porpoise [D]. Thesis for Doctor of Science, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan. 2013 [梅志刚. 长江江豚种群变动趋势及濒危机制的研究. 博士学位论文, 中国科学院水生生物研究所, 武汉. 2013]
- [7] Zhao X, Jay B, Barbaral T, *et al.* Abundance and conservation status of the Yangtze finless porpoise in the Yangtze River, China [J]. *Biological Conservation*, 2008, 141(12): 3006—3018
- [8] Ge F. Modern Ecology (2nd edition) [M]. Beijing: Science Press. 2008: 501 [戈峰. 现代生态学(第2版). 北京: 科学出版社. 2008: 501]
- [9] Wei Z, Wang D, Zhang X F, *et al.* Population size, behavior, movement pattern and protection of Yangtze finless porpoise at Balijiang section of the Yangtze River [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2002, (5): 427—432 [魏卓, 王丁, 张先锋, 等. 长江八里江江段江豚种群数量、行为及其活动规律与保护. 长江流域资源与环境, 2002, (5): 427—432]
- [10] Wei Z, Zhang X F, Wang K X, *et al.* Habitat use and preliminary evaluation of the habitat status of the Yangtze finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides asiaticaorientalis*) in the Balijiang section of the Yangtze River [J]. *Acta Zoologica Sinica*, 2003, 49(2): 163—170 [魏卓, 张先锋, 王克雄, 等. 长江江豚对八里江江段的利用及其栖息地现状的初步评价. 动物学报, 2003, 49(2): 163—170]
- [11] Zhao X J. Investigation of survey methodology on the abundance of cetaceans in Riverine system and its applications [D]. Thesis for Doctor of Science, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan. 2009 [赵修江. 河流系统鲸豚类种群数量调查方法探索及其应用研究. 博士学位论文, 中国科学院水生生物研究所, 武汉. 2009]
- [12] Wang P L. Guide to Marine Mammals of China [M]. Shenyang: Liaoning Science and Technology Press. 1996, 108 [王丕烈, 中国海兽图鉴. 沈阳: 辽宁科学技术出版社. 1996, 108]
- [13] Mei, Z, Chen M, Li Y, *et al.* Habitat preference of the Yangtze finless porpoise in a minimally disturbed environment [J]. *Ecological Modelling*, 2017, (353): 47—53
- [14] Yu D P, Huang M Y, Zhao K, *et al.* Impact of river training on the population abundance of Yangtze finless porpoises in Dongliu section of the Yangtze River [J]. *Acta Theriologica Sinica*, 2012, 32(4): 330—334 [于道平, 黄敏毅, 赵凯, 等. 长江东流河道整治对长江江豚种群数量的影响. 兽类学报, 2012, 32(4): 330—334]
- [15] Yu D P, Jiang W H, Dong W L, *et al.* Investigation of health status of Yangtze finless porpoise in the field [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2002, 37(5): 70—73 [于道平, 蒋文华, 董明琰, 等. 长江江豚野外健康状况的调查. 动物学杂志, 2002, 37(5): 70—73]
- [16] Choudhary S, Dey S, Dey S, *et al.* River dolphin distribution in regulated river systems: implications for dry-season flow regimes in the Gangetic basin [J]. *Aquatic Conservation Marine & Freshwater Ecosystems*, 2012, 22(1): 11—25
- [17] Dudgeon D. Large-scale hydrological changes in tropical Asia: prospects for riverine biodiversity [J]. *BioScience*, 2000, 50(9): 793—806
- [18] Hossain, M M, Alam S M, Baki M A, *et al.* Ganges river dolphin [J]. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 2016, 97(2): 183—187
- [19] Wu H P, Xu Y H, Peng C W, *et al.* Long-term habitat loss in a lightly disturbed population of the Indo-Pacific humpback dolphin, *Sousa chinensis* [J]. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2017, 27(6): 1198—1208
- [20] Fettermann de Oliveira T. Unmanned aerial vehicle (UAV) remote sensing of behaviour and habitat use of the nationally endangered bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) off Great Barrier Island [D]. Thesis for Doctor of Science, Auckland University of Technology, Auckland. 2018: 32—64
- [21] Dawson S, Wade P, Slooten E, *et al.* Design and field methods for sighting surveys of cetaceans in coastal and riverine habitats [J]. *Mammal Review*, 2008, 38(1): 19—49

- [22] Slooten E, Rayment W, Dawson S. Offshore distribution of Hector's dolphins at Banks Peninsula, New Zealand: is the Banks Peninsula Marine Mammal sanctuary large enough [J]? *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 2006, **40**(2): 333—343
- [23] RStudio Team (2016). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>
- [24] Maxime Hervé (2019). RVAideMemoire: Testing and Plotting Procedures for Biostatistics. R package version 0.9-72. <https://CRAN.R-project.org/package=RVAideMemoire>
- [25] Hu J B. Approach for ecological rehabilitation of urban river course [J]. *South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology*, 2009, **7**(2): 128—133 [胡静波. 城市河道生态修复方法初探. *南水北调与水利科技*, 2009, **7**(2): 128—133]
- [26] Kimura S, Akamatsu T, Li S H, *et al.* Seasonal changes in the local distribution of Yangtze finless porpoises related to fish presence [J]. *Marine Mammal Science*, 2012, **28**(2): 308—324
- [27] Wang Z, Akamatsu T, Wang K, *et al.* The diel rhythms of biosonar behavior in the Yangtze finless porpoise (*Neophocaena asiaeorientalis asiaeorientalis*) in the port of the Yangtze River: the correlation between prey availability and boat traffic [J]. *PLoS One*, 2014, **9**(5): 1—12
- [28] Wang Z, Akamatsu T, Mei Z, *et al.* Frequent and prolonged nocturnal occupation of port areas by Yangtze finless porpoises (*Neophocaena asiaeorientalis*): Forced choice for feeding [J]. *Integrative Zoology*, 2015, **10**(1): 122—132
- [29] Chen M M, Liu Z G, Huang J, *et al.* Effects of artificial shorelines on distribution of the Yangtze finless porpoise in the Anqing section of the Yangtze River main stem [J]. *Acta Ecological Sinica*, 2018, **38**(3): 945—952 [陈敏敏, 刘志刚, 黄杰, 等. 固化河岸对长江江豚栖息活动的影响. *生态学报*, 2018, **38**(3): 945—952]
- [30] Ju T, Zhang T C, Wang Z T, *et al.* Characteristics of rirapping underwater noise and its possible impacts on the Yangtze finless porpoise [J]. *Technical Acoustics*, 2017, **36**(6): 580—588 [居涛, 张天赐, 王志陶, 等. 抛石噪声特性及其对长江江豚的可能影响. *声学技术*, 2017, **36**(6): 580—588]
- [31] Dong L J, Wang D, Wang K X, *et al.* Yangtze finless porpoises along the main channel of Poyang Lake, China: Implications for conservation [J]. *Marine Mammal Science*, 2015, **31**(2): 612—628

RIVER BANK HABITAT ASSESSMENT OF THE YANGTZE FINLESS PORPOISE IN THE MAIN STEM OF MIDDLE-LOWER YANGTZE RIVER

ZHANG Jin-Xiu^{1,2}, CHEN Mao¹, HAN Yi¹, LEI Pei-Yu^{1,2}, WANG Ke-Xiong¹, MEI Zhi-Gang¹ and WANG Ding¹

(1. Key Laboratory of Aquatic Biodiversity and Conservation, Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Habitat quality can directly affect population abundance and distribution of the Yangtze finless porpoise. This study investigated habitat status of both south and north banks of the main stem of the Yangtze River by taking high-resolution digital photos systematically during the 2017 Yangtze Freshwater Dolphin Expedition from 10th November to 17th December, 2017. The survey area covered the entire middle and lower reaches of the Yangtze River from Yichang to Shanghai (1669 km in length) and a total of 794 photo samples were collected. We recorded 318 sightings with 631 individuals of the Yangtze finless porpoise. The Chi-squared goodness of fit test revealed that proportions of observed frequency are significantly higher than the expected frequency in natural river banks ($\chi^2=69.81$, $P<0.001$). Whereas the result is opposite in the semi-natural and solidified river banks ($\chi^2=39.26$, $P<0.001$; $\chi^2=12.15$, $P<0.001$), indicating that the natural river banks were the preferred habitat of the Yangtze finless porpoise. The length of the semi-natural river and solidified banks accounted for 45.47% of the total length of the river bank, which intermingled with the patches of the natural river banks, demonstrating that the natural habitat was severely degraded and highly fragmented to impact the distribution of the Yangtze finless porpoise. Our study suggested that habitat degradation and fragmentation pose a significant threat to the survival of the Yangtze finless porpoise. Future conservation research and practice should focus on habitat restoration of the solidified river banks to reestablish and enhance habitat connectivity.

Key words: Yangtze finless porpoise; Yangtze River; Habitat assessment; Fragmentation