

doi:10.3969/j.issn.1001-4616.2024.02.010

半自然水域长江江豚母幼互动行为的初步研究

陈 燃,王 辰,殷文格,糜 励,蒋文华

(铜陵淡水豚国家级自然保护区管理局,安徽 铜陵 244161)

[摘要] 动物对后代的抚育和互动行为是提高后代成活率和保证基因延续的重要方式,因此动物在自己的存活基础上,还要抚幼和照料后代. 2014 年 5 月—2015 年 6 月,采用目标动物取样法对生活于铜陵淡水豚国家级自然保护区半自然水域的两对母幼豚的互动行为进行初步研究. 结果表明,长江江豚母、幼豚间的背驮、伴游、干涉行为具有明显的周期性. 在幼豚前 2 月龄,干涉行为和背驮行为比较多,可能是刚出生不久的幼豚活动能力有限,需要母豚的直接干预;在幼豚前 6 月龄前伴游行为常见,全年均可常见身体触碰行为. 同时发现,随着幼豚月龄增加,幼豚与母豚的分离时间也有所增加. 本研究提供了半自然环境下母幼豚的互动行为方式,对江豚的异地保护与管理具有一定的参考价值.

[关键词] 长江江豚,半自然水域,背驮,母幼豚,互动行为

[中图分类号]S917 [文献标志码]A [文章编号]1001-4616(2024)02-0084-07

The Preliminary Study on Mother-Calf Interactive Behavior of Yangtze Finless Porpoise in Semi-Natural Waters

Chen Ran, Wang Chen, Yin Wenge, Mi Li, Jiang Wenhua

(Tongling Freshwater Dolphins National Nature Reserve, Tongling 244161, China)

Abstract: Breeding and offspring-nurture is the only way for animals to keep their genes alive, so animals not only ensure their own survival but also need to keep their offspring's survival. From May of 2014 to June of 2015, the study separately chose coastal stationary and mobile tracking methods to observe two adult female Yangtze Finless Porpoise (*Neophocaena asiaeorientalis*) by focal-animal sampling methods in a semi-natural water in Tongling Freshwater Dolphins National Nature Reserve. The result showed there were rich breeding behaviors in female Finless Porpoises living in semi-natural water area. The main maternal behaviors were pack, intervene, accompanying swim and physical touch. Accompanying swim and physical touch could be observed during the whole study. The study also found that the separation time of calf and mother was significantly positively correlated with the monthly age of calf dolphins. This study provides the interaction mode of mother and calf dolphins in semi-natural water environment, which has certain reference value for the remote protection and management of Yangtze Finless Porpoise.

Key words: Yangtze Finless Porpoise, semi-natural water, pack behavior, mother-calf dolphin, interactive behavior

育幼行为指动物对其配子、合子和子代的看护以及改善环境条件、促进合子生长发育的一系列活动^[1]. 亲代育幼行为会增加后代适合度,提高后代成活率^[2]. 幼儿出生后,就要与母亲建立广泛的联系,育幼行为是动物界中最重要的联系之一,是动物社会的最基本的社会关系组成^[3-4]. 母幼互动和育幼行为在鲸类中也广泛存在,母鲸在幼鲸生存和发育中扮演了重要的角色^[5-6],不仅母鲸主动地保护幼鲸,幼鲸出生后就能跟随母亲不断游动,与母亲紧密联系在一起,因此母幼鲸具有互动的行为^[7]. 长江江豚 (*Neophocaena asiaeorientalis*) 是一种无背鳍小型淡水生存的鲸类动物,主要分布在我国长江中下游及大型湖泊(洞庭湖和鄱阳湖)中^[8]. 对长江流域和沿海江豚进行全基因组测序比对研究发现,长江江豚与海洋江豚之间存在遗传分化,长江江豚可能是一个独立物种^[9]. 长江江豚 2013 年被世界自然保护联盟红色名录列为“极度濒危”^[10],2021 年升级为国家一级重点保护野生动物,2022 年科学考察发现种群有所恢复,

收稿日期:2023-06-09.

基金项目:安徽铜陵淡水豚国家级自然保护区中央财政林业改革发展资金湿地保护修复项目(GC20210299002001).

通讯作者:陈燃,博士,高级工程师,研究方向:动物行为生态学. E-mail:chenran82@163.com

在“长江大保护”政策推动下,长江江豚种群数量大幅下降的趋势得到遏制,其极度濒危状况没有根本改变,保护形势依然严峻^[6,9,11]。

我国高度重视长江江豚保护工作,上世纪 80 年代起,逐步探索了“就地保护”、“迁地保护”、“人工繁育”三大保护策略。在“长江大保护”政策实施前,长江生态环境持续恶化,导致长江流域江豚栖息地环境中长江江豚种群数量不断减少^[12],长江江豚迁地保护作为江豚最后的避难所,对于维持稳定种群数量有重要意义,在一些生态环境与长江相似的水域建立迁地保护地即长江江豚迁地保护,是保护长江江豚最直接、最有效的措施。目前我国已建立 5 个长江江豚迁地保护水域,迁地群体总量超过 150 头,因此迁地保护是长江江豚保护工作的重要组成方面,对促进长江江豚种群复壮有重要意义^[13]。

前期对该水域长江江豚母幼关系研究表明:母豚花费在和幼豚联系的时间随着幼豚年龄的增加而显著减少,说明随着幼豚的发育,幼豚将变得越来越独立^[14],母豚分娩后 4 个月内有明显的抚幼行为,母豚以护领行为和携带行为为主,并随着幼豚发育,托举、携带、干涉行为呈下降趋势^[15]。本文将在前期研究的基础上总结幼豚一年龄内母幼豚互动行为类型以及时间变化,探索半自然水域江豚互动行为模式和幼豚发育关键期,为科学保护提供决策建议。

1 研究方法

1.1 研究地点

铜陵淡水豚国家级自然保护区半自然水域位于铜陵市郊区大通镇,该水域过去是一条大通镇境内和悦洲内的一条汉江(中间坐标点位置为北纬 30°48′~30°49′,东经 117°43′~117°44′),汉江进口上游连接长江主航道,下游出口连通长江主江和悦洲支江,2001 年开展长江江豚迁地保护后,汉江南北两头封闭,进出口有闸门(图 1)。汉江全长 1.6 km,宽 80~120 m,枯水期水体容量 $6.4 \times 10^5 \text{ m}^3$,水深 2~5 m,水域面积 13.5 hm^2 ,丰水期最大水体容量 $1.8 \times 10^6 \text{ m}^3$,水深 4~7 m,水域面积 26.4 hm^2 ^[16]。由于多年淤积,致使汉

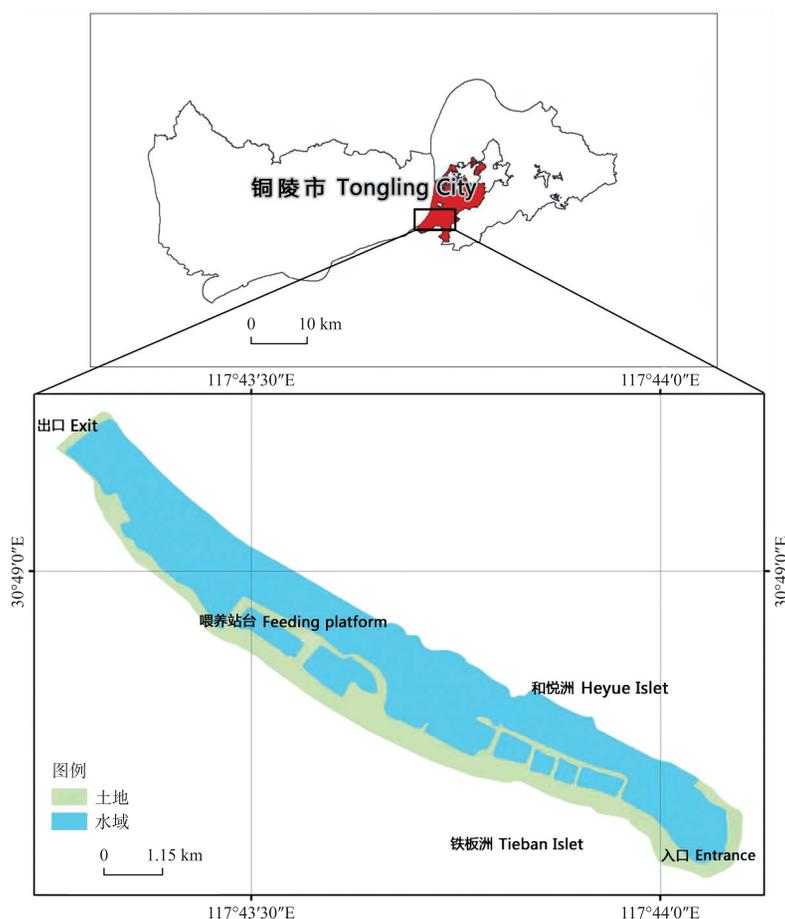


图 1 铜陵淡水豚国家级自然保护区半自然水域示意图

Fig.1 The observation site of Tongling freshwater porpoise National Nature Reserve

江河道高于长江河道,由于夹江常年淤积,夹江水位已经高于同期长江水位,为保证夹江水位和水质,2020 年已经建成夹江水体交换系统,对夹江水体进行调控。

1.2 研究对象

研究期间该水域共有 10 头长江江豚,其中成年雄性 3 头、成年雌性 2 头、未成年 3 头和刚出生 2 头,两头母豚个体的详细情况见表 1. 研究对象为斑斑(母)和斑青(幼)、小雌(母)和小黑(幼)两对母幼豚. 根据长江江豚身上斑纹和自然伤疤、尾鳍和胸鳍缺口,对两头携带幼豚的母豚进行个体识别,如图 2 中红圈标出的地方是斑斑头部斑点,小雌头部没有斑点。

表 1 研究期间长江江豚的组成和特征

Table 1 The Yangtze Finless Porpoise group composition and character during the studying time

命名	性别	体重/kg	体长/cm	年龄组	命名	性别	体重/kg	体长/cm	年龄组
蓝豚	雄性	37.0	152	成年	小三点	—	—	—	未成年
小雌	雌性	33.6	131	成年	斑光	—	—	—	未成年
斑	雌性	27	122	成年	点点	—	—	—	未成年
大	雄性	26	118	成年	小黑	—	—	—	幼豚
小痕	雄性	27	123	成年	斑青	—	—	—	幼豚



图 2 研究对象长江江豚母子豚

Fig. 2 The photo of mother and calf

1.3 研究方法

2014 年 4 月—2015 年 5 月,非投喂时间内,随机选取目标个体,采用目标动物取样法对动物进行观察和记录. 投喂时间为每天 8:00、10:00、14:00、16:00,每次投喂完成后,动物在汉江内自由活动,不受人为干扰. 采用双筒望远镜识别母豚斑斑和小雌,采用目标动物取样法(Focal animal sampling)^[17]对研究个体行为进行跟踪记录,以全事件记录法收集 10 min 内的行为数据,间隔 10 min. 记录的数据包括观察时间、动物行为类别(包括背驮、干涉、伴游、身体触碰)行为发生频次和持续时间、母幼豚目标动物取样观察时间和样本数(见表 2).

表 2 母幼豚目标动物取样观察时间和样本数

Table 2 The observation days and samples of mother-calf pair by focal animal sampling

月龄/月	斑斑和斑青		观察天数		月龄/月	斑斑和斑青		观察天数	
	观察天数	样本数	观察天数	样本数		观察天数	样本数	观察天数	样本数
1	20	N=164	16	N=89	7	24	N=112	24	N=101
2	22	N=90	22	N=91	8	22	N=94	22	N=83
3	18	N=68	18	N=69	9	23	N=88	23	N=95
4	21	N=91	21	N=92	10	23	N=86	23	N=99
5	20	N=87	20	N=92	11	20	N=121	20	N=83
6	24	N=98	24	N=98	12	17	N=96	17	N=75

1.4 行为定义

长江江豚母豚行为类型参照吴亮等^[15]对长江江豚行为类型定义,结合观察实际定义如下:

背驮(Pack):母豚用背部(尾柄至呼吸孔的部位)顶托着仔豚出水面活动,母仔豚主要表现为背-腹、背-侧相贴,极少表现出背-背相贴. 此时母仔豚体轴平行,同步出水且运动方向一致,仔豚主要依靠母豚的力量在水面活动。

干涉(Intervene):当幼豚单独靠近浅水区、其他物体等危险区域,或种群内其他个体试图接近幼豚时,母豚立即在幼豚与危险物之间游动,用身体阻挡幼豚与危险物,或者驱赶接近幼豚的其他个体,并把幼豚带离危险环境。

身体触碰(Physical touch):母豚用吻、胸鳍或尾鳍触碰幼豚身体任何部位。

伴游(Accompanying swim):母豚与幼豚在水中一起游泳,两豚身体保持在成年雌性 1/4 体长。

1.5 数据分析

数据用 SPSS 20.0 进行统计分析,先用 Kolmogorov-Smirnov test 检验分析数据是否呈正态分布,如果行为频次变量不是呈正态分布($P < 0.05$),分别采用非参数统计方法 Wilcoxon signed ranks 和 Mann-Whitney 检验各组个体之间的行为差异性. 采用一般线性回归统计变量之间的相关性. 作图采用 Origin 2018 和 Microsoft office excel 2019 软件完成. 所有数据处理和统计分析均在 Microsoft Office Excel 2019 和 SPSS 20.0 for Windows 软件上完成. 显著性与极显著性水平分别设置为 $\alpha = 0.05$ 及 $\alpha = 0.01$. 数据结果以平均值 \pm 标准差(Mean \pm SD)表示。

2 结果与讨论

2.1 背驮行为

在幼豚 6 月龄内,均记录到母豚斑斑和小雌发起的背驮行为. 母豚背驮行为发生频次最高峰出现在幼豚 1 月龄,斑斑 0.98 次/h,小雌略低 0.73 次/h. 随着幼豚发育,母豚发起背驮行为频次呈下降趋势,至 7 月龄,均无背驮行为发生(图 3A). 哺乳期即幼豚 6 月龄内,2 头母豚斑斑和小雌发起背驮行为频率无明显差异($Z = 0.961, P = 0.337 > 0.05$).

2.2 干涉行为

母豚干涉行为仅在幼豚 2 月龄内发生,1 月龄内母豚发生干涉频次最高,斑斑 0.44 次/h、母豚小雌 0.16 次/h,2 月龄时频次明显下降,斑斑 0.01 次/h、小雌(0.09 次/h). 母豚斑斑和小雌发起干涉行为有明显差异($Z = -3.902, P < 0.01$),表明个体不同发起干涉行为的频次不同. 幼豚 3 月龄后,未记录到母豚干涉行为发生(图 3B).

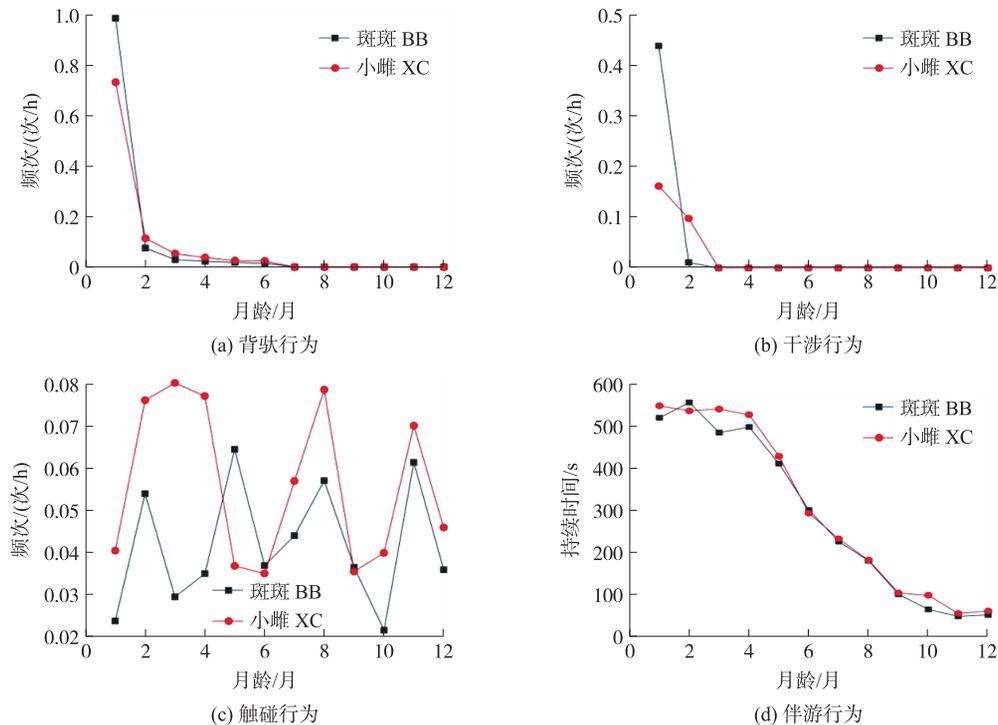


图 3 幼豚一年龄长江江豚母豚育幼行为发生频次随幼豚月龄变化

Fig. 3 The offspring-nurture behavior of Yangtze Finless Porpoise (*Neophocaena asiaeorientalis*) mother in relation to infant age in months after parturition one year

2.3 身体触碰行为

在幼豚 1 年龄内,均记录到母豚对幼豚发起的触碰行为,母豚斑斑在幼豚斑青 5 月龄时发起触碰行为最多(0.064 次/h),而小雌在幼豚小黑 3 月龄时发起触碰行为最多(0.08 次/h). 母豚斑斑和小雌对幼豚发起的触碰行为差异显著($Z = -1.549, P = 0.333 > 0.01$). 母豚对幼豚发起的身体触碰行为波动性较大,没有明显规律(图 3C).

2.4 伴游行为

伴游行为在幼豚 1 年龄内均有发生. 母豚斑斑在幼豚斑青 2 月龄时伴游持续时间最长(555.24 s/h),母豚小雌在 1 月龄时伴游时间持续时间较长(546.14 s/h),2 月龄后,随着幼豚发育,母豚斑斑和母豚小雌与幼豚斑青和小黑伴游行为都呈下降趋势(图 3D),母豚斑斑和小雌与幼豚伴游行为为差异不显著($Z = 0.462, P = 0.644 > 0.051$).

2.5 幼豚与母豚分离行为

随着幼豚月龄增加,幼豚小黑与母豚小雌分离活动与月龄呈正相关趋势($N = 12, P = 0.00, Pearson Correlation = 0.963$),幼豚斑青与母豚斑斑分离活动也呈正相关趋势($N = 12, p = 0.00, Pearson Correlation = 0.969$)(图 4),表明随着幼豚发育,幼豚与母豚分开的时间逐渐增多,有助于其与种群其他个体交流学习,为以后幼豚走向独立创造条件.

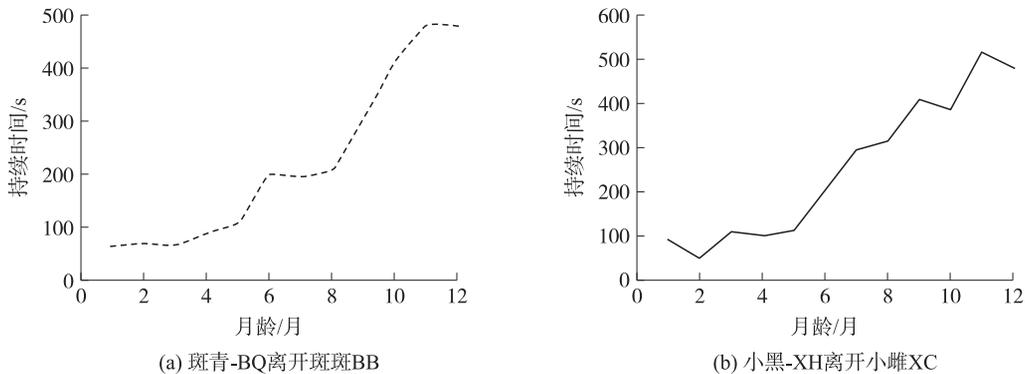


图 4 幼豚(斑青、小黑)离开母豚(斑斑、小雌)活动时间变化
 Fig. 4 The duration of calf's (BQ, XH) separation interval of their mothers (BB, XC)

2.6 讨论

雌性鲸类的生殖投资包括妊娠、哺乳和育幼行为^[18]. 幼鲸刚出生时,虽具备了游泳能力,但体能和游泳技能比较差,需要在母豚的帮助下游动、出水呼吸,因此要保持与母豚的紧密联系^[19]. 本研究中记录到的育幼行为主要包括背驼、干涉、伴游和身体触碰 4 种行为. 母豚背驼行为主要是帮助幼豚出水呼吸和调整幼豚游泳姿势,本研究中母豚发起行为主要发生在幼豚 1 月龄,这可能与幼豚出生后 1 月龄游泳技能和体能弱有关^[15],幼豚出生 1 月龄内,不能完全自主游泳,背驼行为能帮助幼豚顺利出水呼吸和调整游泳姿势,使其顺利适应水生生活环境. 随着幼豚发育,幼豚游泳技能和体能逐渐完善,2 月龄后母豚背驼行为为发起频率显著下降,母豚可以采用其他行为方式照顾幼豚,以减轻母豚亲代投资能量.

伴游是鲸类中一种常见的育幼行为^[3,18]. 本研究中母豚伴游行为在幼豚 1 年龄内都观测到,在幼豚 2 月龄内持续时间较长,随着幼豚发育母豚伴游行为都呈下降趋势. 对瓶鼻海豚母豚研究发现母豚伴游幼豚行为会增加母豚的游泳能量付出、降低捕食效率^[17]. 对圈养条件和半自然条件下长江江豚母幼空间关系研究发现,母豚伴游行为随着幼豚发育而降低^[20]. 长江江豚类视觉退化,对外界环境感知主要依靠声音^[21]. 幼豚出生后 100 d 声音通讯能力差,对外界缺乏感知能力^[22],母豚因为捕食等原因不可避免会离开幼豚,当幼豚涉入风险环境后,母豚对幼豚加以干涉避免危险进一步发生. 母豚干涉行为主要发生在幼豚 2 月龄内,而随着幼豚的发育,外界感知能力逐步提升,母豚干涉行为也逐渐减少. 表明长江江豚母豚随着幼豚发育成长,会逐渐减少育幼行为,为提高自身适合度和下一轮繁殖做好准备.

鲸类长期生活在水中,皮肤神经系统复杂、敏感度高,全身皮肤敏感度如同人类的手指和嘴唇一样,对斑海豚(*Stenella frontalis*)、宽吻海豚(*Tursiops aduncus*)研究表明,身体触碰可能具有一种亲密互动、维持亲

密关系的一种友好行为,具有形成亲密关系和结成社会联盟的作用^[23-24]。本研究中母幼豚之间身体触碰行为在观察期内都能记录到,随着幼豚发育,身体触碰没有规律性改变,本研究也认为长江江豚身体触碰行为可能是母幼豚之间维持亲密关系的一种手段。

本研究发现,随着幼豚发育,母幼豚之间的亲近关系维持责任逐渐从母豚转移到幼豚,6月龄左右是转折点,这个时期也是长江江豚幼豚的断奶期,幼豚开始能够摄食饵料鱼,母豚也开始为下一轮繁殖做准备,逐步减少与幼豚的照料,幼豚逐步适应联系减少走向独立生活^[15]。也有研究认为母、幼豚分离时间的增加正是母婴冲突的重要体现^[25]。在自然环境下,母婴冲突理论主要是从婴儿要求哺乳与母亲拒绝事例来解释^[4,18],而在本研究中发现随着幼豚的发育,幼豚与母豚分离的时间会增加,因为母豚为了提高捕食效率会减少对亲代的哺乳和照料,或是为了下一次繁殖。母亲在抚养幼儿上花费了大量时间和精力,对幼儿发育和生存上起着重要的作用,因此母幼联系对婴儿的好处不言而喻。但是对母亲来说,抚育婴儿会付出很大。母婴冲突理论认为当抚幼当前幼儿代价超过母亲整个生命周期繁殖成功度的时候(下一次繁殖),会减少投资行为;另一方面,婴儿会试图获取更多的母亲的照料以增加自己的成活率^[25-26]。

3 结论

半自然水域中长江江豚主要有背驼、干涉、触碰和伴游4种母幼互动行为。幼豚出生后2个月是半自然水域母幼互动最丰富的时期,这期间对幼豚的生存至关重要。本研究运行经典行为学观察方法对栖息在半自然水域环境下长江江豚进行系统科学观察,系统阐述了长江江豚母幼互动行为的特点,并结合保护生物学知识,提出了长江江豚这一珍稀物种的一些科学保护建议,为有关部门制定保护政策提供了理论支持,丰富了长江江豚保护生物学理论。

[参考文献]

- [1] 蒋志刚. 动物行为原理与物种保护方法[M]. 北京:科学出版社,2004.
- [2] HUETZ C, SALOMA A, ADAM O, et al. Ontogeny and synchrony of diving behavior in Humpback whale mothers and calves on their breeding ground[J]. Journal of mammalogy, 2022, 103(3): 576-585.
- [3] WILSON E O. Sociobiology: The new synthesis[M]. London: Belknap Press of Harvard University Press, 1975.
- [4] STEFANO B, CATERINA N, CRISTINA P. Altruistic behavior in mother-calf pairs of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and the possible role of the social bond: a preliminary study[J]. Acta ethologica, 2023, 26(1): 13-19.
- [5] PACK A A, WATERMAN J O, CRAIG A S. Diurnal increases in depths of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) mother-calf pods off West Maui, Hawaii Modified Letter Turned Commal: A response to vessels? [J]. Marine mammal science, 2022, 38(4): 1340-1356.
- [6] TAVOLGA M C, ESSAPIAN F S. The behavior of the bottle-nosed dolphin (*Tursiops truncatus*): Mating, pregnancy, parturition and mother-infant behavior[J]. Zoologica; scientific contributions of the New York zoological society, 1957, 42: 11-31.
- [7] MANN J. Behavioral development of wild bottlenose dolphin newborns[J]. Behaviour, 1999, 136(5): 529-566.
- [8] 陈佩薰. 白鬃豚生物学及饲养与保护[M]. 北京:科学出版社,1997.
- [9] ZHOU X, GUANG X, SUN D, et al. Population genomics of Finless Porpoises reveal an incipient cetacean species adapted to freshwater[J]. Nature communications, 2018, 9(1): 1276.
- [10] HUANG J, MEI Z G, CHEN M, et al. Population survey showing hope for population recovery of the critically endangered Yangtze Finless Porpoise[J]. Biological conservation, 2020, 241: 108315.
- [11] 陈炳耀, 信誉, 路方婷, 等. 长江江豚监测现状及展望[J]. 中国环境监测, 2023, 39(2): 1-10.
- [12] MEI Z, ZHANG X, HUANG S, et al. The Yangtze Finless Porpoise: on an accelerating path to extinction? [J]. Biological conservation, 2014, 172: 117-123.
- [13] 王丁. 长江豚类的现状及其保护[J]. 江西水产科技, 2011(2): 8-9.
- [14] 束家宽, 蒋文华, 郑邦友, 等. 长江江豚哺乳期母豚昼间行为和时间的分配[J]. 兽类学报, 2008, 28(1): 20-27.
- [15] 吴亮, 陈燃, 魏垚麟, 等. 半自然条件下成年雌性长江江豚的抚幼行为[J]. 兽类学报, 2015, 35(3): 253-259.
- [16] 糜劭, 于道平, 蒋文华, 等. 半自然水域中长江江豚饲养水体理化因子分析[J]. 安徽大学学报(自然科学版), 2003, 27(4): 93-97.

- [17] ALTMANN J. Observational study of behavior; sampling methods[J]. Behaviour, 1974, 49(3): 227.
- [18] NOREN S R. Infant carrying behaviour in dolphins; costly parental care in an aquatic environment[J]. Functional ecology, 2008, 22(2): 284-288.
- [19] MANN J, SMUTS B B. Behavioral development in wild bottlenose dolphin newborns (*Tursiops sp.*) [J]. Behaviour, 1999, 136: 529-566.
- [20] XIAN Y, WANG K, XIAO J, et al. Suckling behavior and its development in two Yangtze Finless Porpoise calves in captivity[J]. Zoo biology, 2012, 31(2): 229-234.
- [21] 王丁. 长江江豚声信号及其声行为的初步研究[J]. 水生生物学报, 1996, 20(2): 127-133.
- [22] LI S, WANG D, WANG K, et al. The ontogeny of echolocation in a Yangtze Finless Porpoise (*Neophocaena phocaenoides asiaeorientalis*) [J]. Journal of the acoustical society of America, 2007, 122(2): 715.
- [23] PALMER E, WEDDELL G. The Relationship between structure, innervation and function of the skin of the bottle nose dolphin (*Tursiops truncatus*) [J]. Journal of zoology, 1964, 143(4): 553-568.
- [24] SAKAI M, HISHII T, TAKEDA S, et al. Flipper rubbing behaviors in wild bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) [J]. Marine mammal science, 2006, 22(4): 966-978.
- [25] TRIVERS R. Parent-offspring conflict[J]. Integrative and comparative biology, 1974, 14(1): 249-264.
- [26] CAUGHLEY G. Mortality patterns in mammals[J]. Ecology, 1966, 47(6): 906-918.

[责任编辑: 黄 敏]