

大海马昼夜活动节律与缠绕物偏好的观察

徐永健, 戴广谱, 陆慧贤

(宁波大学 应用海洋生物技术教育部重点实验室, 浙江 宁波 315211)

摘要: 对大海马的昼夜活动规律及缠绕物偏好等行为进行了观察。大海马白天活动, 晚上休息 ($Q = 3.59, P < 0.05$)。成熟类群以游泳(S)或身体快速运动(Af)摄食, 光弱时, 游动少, 仅头部运动(Ah)、身体缓慢摆动(As)或休息(R); 未成熟类群白天活动强烈, 表现为 2 次摄食活动。大海马对细竹丝、聚乙烯绳、聚乙烯充气管等缠绕物类型偏好无差异($P > 0.05$), 与规格无关($P > 0.05$); 较喜好垂直或倾斜的缠绕物, 喜好程度相似($P > 0.05$), 而不喜水平放置缠绕物, 也与规格无关($P > 0.05$); 成熟个体喜欢在容器底部活动, 未成熟个体以中上层活动为主($P < 0.01$)。

关键词: 大海马; 日节律行为; 缠绕物选择; 行为特性

中图分类号: S917.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-5132 (2011) 01-0001-04

海马是重要的小型海洋鱼类, 为珍稀海洋药源动物, 具有极高的经济价值, 有“南方人参”之称。当前, 全球海马产量显著下降, 野生资源濒临枯竭, 进行海马天然资源的保护和增殖工作迫在眉睫^[1]。而进行海马人工增殖是解决上述状况的一种有效、快速又不会破坏海洋资源的途径。目前海马人工养殖的方法有多种尝试, 但由于存在较多养殖方面的问题, 海马人工养殖的成活率较低^[2]。

海马人工养殖技术的不成熟, 主要表现在对海马的基本生物学的认识不深入^[3]。尤其表现在对与海马养殖环境息息相关的各种表现动作和行为上。行为学研究可以形成适宜的养殖方法, 并用来改进原有养殖技术中存在的不足^[4]。因此, 为了改善、优化与提高海马的人工养殖技术和方法, 进行海马的行为学研究是非常必要的^[4]。当前, 海马行为方面的研究报道不多, Felicio 等^[3]曾观察长吻海马(*Hippocampus reidi*)的摄食行为, 分析其摄食时间、进食频率, 以及繁殖期与非繁殖期间摄食行为等的表现差异; Sheng 等^[5]分析了三斑海马(*H. trimaculatus*)在不同食物、温度及光强等因子条件下表现的对其摄食行为的影响; Faleirod 等^[4]分析了褐海马(*H. guttulatus*)的繁育过程中的行为特性, 着重探讨与分析了不同雌雄性比对该种海马的配

偶选择及其行为的影响等。除上述有关海马行为文献外, 鲜有其他的文献研究报道涉及海马的日常行为, 探讨日常行为与养殖环境条件间的相互关系。笔者通过对大海马(*H. kuda*)的日常节律行为观察及其在人工养殖条件下对缠绕物的偏好选择行为分析, 探讨大海马的人工养殖方法以及人工养殖过程中的适宜环境构建等, 为开展海马的人工增殖打下基础。

1 材料与方法

1.1 大海马的暂养

试验用大海马由宁波大学应用海洋生物技术教育部重点实验室繁殖和培育。试验前, 各种规格海马分别养殖于室内 3 m×5 m×1.5 m 的水泥池中, 盐度 22~23, 温度 24~26 ℃, 沙滤海水。每天上午吸污后补充小量海水。池内放置细竹枝和聚乙烯绳等作为海马休息时的缠绕物。挑选试验所需海马后, 对试验海马进行标记, 所有海马都采用在头颈上松松地系项链的方式加以区分。项链的绳子采用白色细棉绳, 在棉绳上吊彩色小珠子, 用不同彩色珠子排列表示不同的海马个体。试验用大海马的规格分别为: I(小规格, 未成熟类群)(5.28±0.547) cm; II(大规格, 1 龄性成熟类群), (11.68±

1.244) cm.

1.2 行为观察

1.2.1 日节律行为观察

试验采用 60 cm×40 cm×90 cm 水族缸 2 个, 水族缸用不透明 PVC 板制成, 留一面有机玻璃便于观察. 加沙滤海水 80 cm, 不充气, 分别放养 12 尾 (6♀:6♂) 上述 2 种规格的大海马. 其他条件同, 光周期与自然光相一致. 在一昼夜内设定 8 个 1 h 的时间段用来分析不同时刻海马的活动状况^[4]. 日落及午夜行为观察采用红光照明, 该光质已证明对海马行为无影响^[4]. 通过摄像方式对海马活动情况进行拍摄, 仔细观看比较分析大海马不同的行为, 其各个分类行为(包括各种活动及休息的分类行为)描述见表 1.

表 1 海马的活动及缠绕行为分类描述

行为方式	各分类行为	行为特征描述
休息	静止不动(R)	未见身体任何部分运动
	头部运动(Ah)	身体不动, 仅头部微动
活动	身体缓慢运动(As)	身体在原位缓慢摇动而鳍不动
	身体快速运动(Af)	背鳍或胸鳍运动促使身体在原位快速摇动
	游泳(S)	积极活动离开原位
	未缠绕	未缠绕在缠绕物上(U)
缠绕方式	缠绕在缠绕物上(Hh)	
	缠绕在其他个体上(Hs)	

1.2.2 缠绕物选择行为观察

在上述试验缸中, 根据试验目的, 设计了 3 组试验: (1)缠绕物类型试验: 设定 3 种缠绕物类型, 分别为捆扎细竹丝、聚乙烯绳、聚乙烯充气管. (2)缠绕物位置试验: 对大海马最喜好的缠绕物种类, 设置水平、垂直和倾斜位置的试验. (3)缠绕物水层试验: 把缠绕物放置在不同的水层(容器底部、距底 30 cm 水层和距底 60 cm 水层), 观察大海马在缠绕物上的分布状况.

1.3 统计分析

大海马的日节律行为特性分析与比较, 采用 Dunn 检验比较分析不同规格海马间不同活动方式(休息、活动)的差异状况^[4,6]; 缠绕物偏好选择, 采用 χ^2 方检验进行比较分析^[4]. 所有上述的比较分析与检验都采用 SPSS 13.0 软件进行.

2 结果

2.1 昼夜活动节律

从图 1 和图 2 看, 大海马总体上以白天活动为主, 晚上主要缠绕在缠绕物上或在容器底部静止休息($Q = 3.59, P < 0.05$). 在白天, 大海马行为上的差异在相同规格类群上不显著($Q = 2.87, P > 0.05$). 经观察比较, 在有光时, 成熟类群中的雄性个体比雌性及小规格个体更活跃.

在成熟类群中(图 1), 白天有光时(日出后至日落前时段), 大海马以活动为主, 经观察, 主要能区分的动作有: 摄食(投喂活饵的以 S 方式为主, 投喂冰冻饵料的以 Af 方式为主)、配偶间的相互问候、小范围内游动(可能是领域行为)、多个个体聚集在同一缠绕物上栖息形成小群体等. 随着自然光线变弱, 游动个体逐渐减少, 较多的以尾部缠绕在缠绕物上, 仅作头部运动或缓慢身体摆动. 天黑后(日

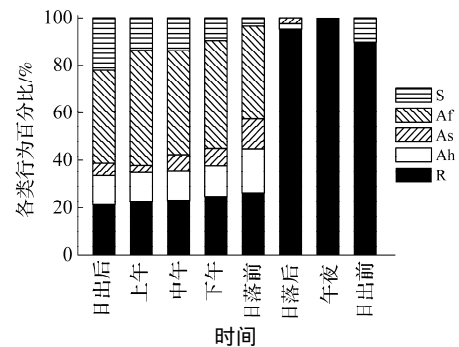


图 1 成熟海马个体的日节律行为方式变化
R 为静止不动; Ah 为头部运动; As 为身体缓慢运动; Af 为身体快速运动; S 为游泳. 日出前(05:00~06:00); 日出后(06:00~07:00); 上午(09:00~10:00); 中午(12:00~13:00); 下午(15:00~16:00); 日落前(17:30~18:30); 日落(18:30~19:30); 午夜(24:00~01:00)

图 2 未成熟海马个体的日节律行为方式变化

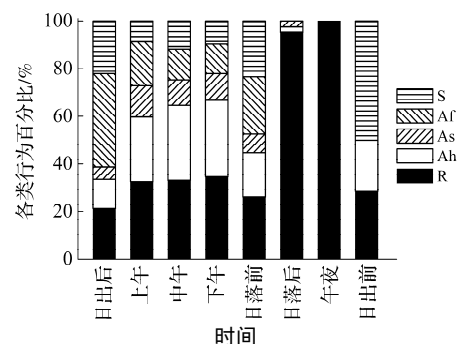


图 2 未成熟海马个体的日节律行为方式变化
R 为静止不动; Ah 为头部运动; As 为身体缓慢运动; Af 为身体快速运动; S 为游泳. 日出前(05:00~06:00); 日出后(06:00~07:00); 上午(09:00~10:00); 中午(12:00~13:00); 下午(15:00~16:00); 日落前(17:30~18:30); 日落(18:30~19:30); 午夜(24:00~01:00)

图 2 未成熟海马个体的日节律行为方式变化

落后至日出前), 大海马主要缠绕在缠绕物上或在容器底部休息, 如无外界干扰, 基本上静止不动。在日出前的一段时间, 部分海马有向投饵区域游动的趋向。

小规格海马类群的各行为分类状况(图 2)总体上与大规格类群(图 1)相一致。但小规格类群白天(日出后至日落前)活动更强烈, 表现为 2 次摄食活动, 分别为日出后和日落前, 游泳个体增加, 并有向投饵区域集中的趋势; 白天小规格海马表现的行为还有: 摄食(以 S 方式为主)、上下垂直游动等。在日出前的一段时间, 当出现微弱光照时(约 100 lx), 海马活动逐渐加强, 并向投饵区域集中。

2.2 对缠绕物偏好

从表 2 可以看出, 大海马对缠绕物类型的偏好在试验的 3 种类型中(捆扎细竹丝、聚乙烯绳、聚乙烯充气管)无差异性(χ^2 方检验, $P>0.05$), 这种偏好选择性与海马的规格大小无关($P>0.05$)。经 χ^2 方检验分析, 大海马偏好于垂直或倾斜放置的缠绕物, 两者间喜好程度相似($P>0.05$), 而不喜好水平放置的缠绕物(χ^2 方检验, $P<0.05$), 该行为也与海马的规格大小无关($P>0.05$)。此外, 从缠绕物放置层次试验结果看, 较大规格的大海马一般喜欢呆在容器底部区域, 占绝大部分(88.43%, $P<0.01$), 其余约 10%出现于离底部 30 cm 的中层, 几乎不在上层水体出现; 而小规格个体以中上层水体分布为主(共 83.14%) (χ^2 方检验, $P<0.05$), 该 2 层中海马出现的频率相似; 在底部的分布相对较少, 仅有 16.86% ($P<0.05$)。

表 2 大海马对缠绕物的类型、位置及层次的偏好选择

试验项目	缠绕物状态	I 类百分数/%	II 类百分数/%
缠绕物 类型	细竹丝	38.23±14.87	35.36±14.44
	聚乙烯绳	32.75±12.94	35.34±12.54
	聚乙烯充气管	29.02±13.63	29.30±12.75
缠绕物 位置	水平位置	12.66±7.69 ^a	13.78±11.56 ^a
	垂直位置	48.45±20.37 ^b	45.32±16.71 ^b
	倾斜位置	38.94±17.72 ^b	40.90±15.54 ^b
缠绕物 层次	容器底部	16.86±8.37 ^{aA}	88.43±8.85 ^{aC}
	距底 30 cm 水层	43.28±17.78 ^{bB}	10.12±4.62 ^{bA}
	距底 60 cm 水层	39.86±16.53 ^{bB}	1.45±1.77 ^{bD}

注: a、b 表示同一试验项目中同规格间的差异; A、B、C、D 表示不同规格间的差异。

3 讨论

海洋生物的养殖技术与方法与该物种的生物学特性有关。对其生物学特性的深入了解, 形成的相关养殖技术和方法更有效和可靠^[4]。海马是白昼活动型生物^[4,7], 与视觉捕食有关; 在上午时段活动更频繁, 幅度更大, 这可能与海马的年龄结构、发育程度有关^[8-9]。在试验中, 性未成熟的 I 类小规格个体, 日出后活动较积极(图 2); 而大规格个体(性成熟 II 类)就例行的几个动作(图 1), 这主要是因为大规格个体, 性已成熟, 需要把更多的能量用于后代繁殖上^[3,10], 因此日常生活中仅保留一些必需的行为特性, 如配偶间问候、领域行为及摄食等; 而小规格个体更多的能量用于生长发育及社会活动等^[3]。尽管海马是白昼型动物, 但其白天也是以休息为主(图 1 和图 2), 主要的活动是有关摄食的行为表现(大部分的行为与此有关)。经饲养观察, 对大规格类群投喂活体饵料时, 大海马以 S 方式运动进食; 而投喂为冰鲜饵料时, 海马以 Af 方式表现摄食行为。类似结果在其他文献中也有报道^[3,10]。此外, 在小规格海马的饲养过程中, 发现其 1 d 中有 2 次摄食的行为表现, 日出后和日落前都有以摄食为目的的游泳行为节律。上述这些节律特征及个体间的差异现象, 在大海马的养殖过程及养殖环境构建中, 都需要考虑。

在养殖过程中, 我们还发现一般生产上常用的材料都可作为大海马的缠绕物。而需要特别关注的是不同的海马养殖时期, 缠绕物放置的水层要有差异, 前期海马个体较小时缠绕物设置在水体的中上层, 后期放置在底部。这与海马不同规格的生活习性有关, 小规格海马以中上层活动为主, 因为该阶段海马主要以上层的浮游小型甲壳类为食, 人工养殖时以投喂活体生物饵料, 选择中上层缠绕物可以减少海马上下移动过程的能量消耗^[11]。而大规格个体, 其生活方式发生了变化, 从水体中上层转换到以底部活动为主, 而其食性也发生了改变, 选择以底部生活的小型甲壳动物为主食(如钩虾等), 也选择底部的缠绕物。因此, 在海马的生长过程中, 要根据其生活习性, 投喂相应的饵料, 减少海马摄食能量的消耗, 加快海马生长。

参考文献:

- [1] Notification to the Parties concerning: Seahorses and other members of the family syngnathidae[EB/OL]. [2004-03-04]. <http://www.projectseahorse.org/eng/notifs/2004/034.html>.
- [2] Koldewey J H, Martin-Smith K M. A global review of seahorse aquaculture[J]. *Aquaculture*, 2010, 302:131-152.
- [3] Felicio C K A, Ierece L R, Renato S A, et al. Feeding behavior of the longsnout seahorse *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933[J]. *Journal of Ethology*, 2006, 24:219-225.
- [4] Faleiro F, Narciso L, Vicente L. Seahorse behavior and aquaculture: How to improve *Hippocampus guttulatus* husbandry and reproduction?[J]. *Aquaculture*, 2008, 282: 33-40.
- [5] Sheng J Q, Lin Q, Chen Q X, et al. Effects of food, temperature and light intensity on the feeding behavior of three-spot juvenile seahorses, *Hippocampus trimaculatus* Leach[J]. *Aquaculture*, 2006, 256:596-607.
- [6] Zar J H. *Biostatistical analysis*[M]. New Jersey: Prentice Hall International Editions, 1996:662.
- [7] Foster S J, Vincent A C J. Life history and ecology of seahorses: Implications for conservation and management [J]. *J Fish Biol*, 2004, 65(1):1-61.
- [8] Vincent A C J, Sadler L M. Faithful pair bonds in wild seahorses, *Hippocampus whitei*[J]. *Animal Behavior*, 1995, 50:1557-1569.
- [9] Masonjones H D, Lewis S M. Courtship behavior in the dwarf seahorse, *Hippocampus zosterae*[J]. *Copeia*, 1996, 3:634-640.
- [10] Teixeira R L, Musick J A. Reproduction and food habits of the lined seahorse, *Hippocampus erectus* of Chesapeake Bay, Virginia[J]. *Revista Brasileira de Biologia*, 2001, 61(1):79-90.
- [11] Hoang D H, Sy T S, Hoa H T. Feeding behavior and food of seahorses in Vietnam[C]//Morton B. *The Marine Biology of the South China Sea III*. Hongkong: Hongkong University Press, 1998:307-319.

Observation and Analysis of Daily Rhythm and Preferred Holdfast Behavior of the Seahorse, *Hippocampus kuda*

XU Yong-jian, DAI Guang-pu, LU Hui-xian

(Key Laboratory of Applied Technology of Marine Biology, Ministry of Education, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: To improve culturing conditions and establish the protocols, daily rhythm behavior and holdfast preferences of the seahorse, *Hippocampus kuda*, are observed and analyzed. The results reveal that *H. kuda* are diurnally active, whereas during the night become immobile and spend more time attaching to the holdfast. In another group, the seahorse began to turn active with sunlight, and main action patterns include feeding (swimming behavior (S) for alive bait, fast action (Af) for frozen bait), greeting between mate spouses, swimming, etc. As the sunlight dims out, the swimming seahorses become inactive, and some individuals showed only head movement (Ah) and slow body movement (As). After sunset, almost all the seahorses take a rest (R) on holdfast or bottom. Generally, the subcategory of action appears similar between two groups. However, there were two instances of feeding behavior of immature seahorse during which experiment was in process, with the time duration being after sunrise (6:00-7:00) and before sunset (17:30-18:30). In terms of holdfast attachment materials, the seahorse prefers thin bamboo slices, polyethylene threads, and polyethylene aeration tubing. No behavioral difference was shown among the three types of materials, nor between the two groups. All the seahorses could rest on vertical or tilted holdfast attachment objects in any direction. The optimal water depth of the holdfast attachment depends on the size of the seahorses. The bigger ones prefer deeper area and smaller ones like shallower better. The above-mentioned behaviors of seahorses could be considered when designing strategies for rearing seahorses.

Key words: *Hippocampus kuda*; daily rhythm behavior; holdfast preference; ethology

(责任编辑 史小丽)