

# 中华秋沙鸭越冬行为时间分配及日活动节律

易国栋<sup>1</sup>, 杨志杰<sup>2,\*</sup>, 刘宇<sup>2</sup>, 左斌<sup>2</sup>, 赵匠<sup>1</sup>, 郝锡联<sup>1</sup>

(1. 吉林师范大学, 四平 136000; 2. 东北师范大学, 长春 130024)

**摘要:** 2007年12月—2008年1月和2008年11—12月, 在江西省境内4条主要河流及其支流对中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)越冬期的各种行为活动节律及时间分配进行了实地调查研究。结果表明: 中华秋沙鸭越冬期的主要行为有取食、游泳、理羽、静息、睡眠、游戏、飞行和观察。其中取食、游泳、理羽、静息呈明显的节律性变化, 且取食与静息呈相反的节律变化; 睡眠、飞行、游戏和观察没有明显的节律性变化。取食在7:00—8:00、10:00—11:00、12:00—13:00有明显的峰值, 峰值平均间隔2.3 h, 其它时段具相近取食频次, 且上午高于下午。睡眠和静息下午发生频次明显高于上午, 并呈现节律性变化, 对应3个取食高峰表现为低频次。行为时间分配如下: 取食(46%), 游泳(23%), 理羽(9%)、静息和睡眠(各占8%)、飞行(4%)、游戏(2%)和观察(0.5%)。越冬期中华秋沙鸭大量时间用于取食, 意图是为了积累能量。相关分析表明: 取食与睡眠的发生呈显著负相关( $R = -0.73, df = 8, P < 0.05$ ); 取食与飞行的发生呈显著正相关( $R = 0.70, df = 8, P < 0.05$ ); 理羽与静息的发生呈极显著正相关( $R = 0.88, df = 8, P < 0.01$ ); 其他各种行为之间无显著相关性。

**关键词:** 中华秋沙鸭; 越冬期; 行为; 时间分配; 日节律

## Behavioral time budget and daily rhythms for wintering *Mergus squamatus*

YI Guodong<sup>1</sup>, YANG Zhijie<sup>2,\*</sup>, LIU Yu<sup>2</sup>, ZUO Bin<sup>2</sup>, ZHAO Jiang<sup>1</sup>, HAO Xilian<sup>1</sup>

1 School of Life Sciences, Jilin Normal University, Siping 136000, China

2 School of Life Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China

**Abstract:** We developed the study on behavioral time budget daily rhythm of *Mergus squamatus* in four rivers and their branches in Jiangxi province, eastern China during two wintering seasons, from November to December, January to February from in 2007 and 2008. The results indicated that the main behaviors of *M. squamatus* included foraging, swimming, washing feather, resting state, sleeping, playing, flying and observing. For those behaviors, foraging, swimming, preening and resting occurred with obvious rhythm, however, feeding behavior took on reverse rhythm by comparing with resting. The behaviors of sleeping, flying, playing and observing occurred without obvious rhythm. Peaks of feeding behavior took place at 7:00—8:00 A. M., 10:00—11:00 A. M. and 12:00—13:00 P. M., and with an interval about 2.3 h between two peaks. The species feed more frequently in forenoon than afternoon. The frequencies of sleeping and resting in afternoon were significant higher than that in forenoon, and took on a fluctuated trait. The low frequency of sleeping and resting corresponded with three feeding peak. The time that the species spent on different types of behaviors was as follows: feeding (46%), swimming (23%), washing feather (9%), resting (8%), sleep (8%), flying (4%), playing (2%), and observing (0.5%). *M. squamatus* spent most time on feeding to accumulate energy during wintering period. The time that the species spent on feeding was negatively correlated with that on sleep ( $R = -0.73, df = 8, P < 0.05$ ), but positively correlated with that on flying ( $R = 0.70, df = 8, P < 0.05$ ), and time spent on preening was positively correlated with that on resting ( $R = 0.88, df = 8, P < 0.01$ ). No significant correlation relationships were detected for other behaviors.

**基金项目:** 吉林省财政厅专项实验经费资助项目[2006-230]

**收稿日期:** 2009-02-26; **修订日期:** 2009-07-10

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: Yangzj470@nenu.edu.cn

**Key Words:** *Mergus squamatus*; wintering season; behavior; time budget; daily rhythm

中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)隶属雁形目(Anseriformes)鸭科(Anatidae)的中型游禽。由于数量稀少,被中国列为国家 I 级重点保护鸟类,被 CITES 列为附录 I, IUCN 列为濒危物种<sup>[1]</sup>。中华秋沙鸭分布区狭窄,世界范围内最主要的繁殖地在俄罗斯东南部,其次是东北地区的黑龙江和吉林两省<sup>[1-3]</sup>,有资料认为该物种绝大多数在中国的中部和南部、东南沿海和长江流域等区域越冬<sup>[4]</sup>。近年来,中华秋沙鸭分布区急剧缩小,种群数量明显下降,近期估计为 3600—4500 只,较为合理的数量应少于 4000 只,其中成体不多于 2500 只<sup>[2]</sup>。目前,国内外对中华秋沙鸭的研究主要集中在巢址选择、种群数量、繁殖生态、越冬分布、影响因子等方面<sup>[4-13]</sup>,而对中华秋沙鸭的行为生态学研究极少,仅见繁殖期活动节律和时间分配的少量研究<sup>[5-6]</sup>,对野生中华秋沙鸭越冬期行为的系统研究尚无报道。

活动节律与时间分配是动物行为学研究的重要内容,直接与动物的新陈代谢与能量需求相关,而这些又随着环境条件的变化而变化<sup>[14]</sup>。动物活动节律既是野生动物本身进化适应的一部分,同时又是对环境因素变化的一种适应<sup>[15-17]</sup>。由于野生动物的活动节律和时间分配与能量的获得和保存密切联系<sup>[18]</sup>,因此,各种行为之间的转换可以看作是对食物数量和质量变化的一种适应<sup>[19]</sup>。各种行为活动的时间分配既是动物适应当地环境条件的自然选择结果,也是影响动物活动的全部因素综合作用的表现<sup>[20]</sup>。时间分配是研究鸟类为各种行为分配时间比例的一种有用工具,有助于弄清生境选择和取食活动之间的关系<sup>[21-23]</sup>,研究越冬行为有助于探讨鸟类越冬策略和关键生态要求<sup>[21]</sup>,因而开展越冬行为时间分配和活动节律的研究,有助于分析物种在不同环境中的适应对策和行为特点,也能在不同程度上了解物种的生存状况,为珍惜濒危物种的保护提供理论依据,因而具有重要的理论和实践意义。在江西省境内 4 条主要河流及其支流对中华秋沙鸭越冬期的各种行为活动节律及时间分配进行了实地调查研究。试图探讨越冬行为的生物学意义及与之联系的生态学问题,以补充这一珍稀濒危物种的非繁殖期行为学数据资料,帮助人们理解该物种的越冬策略,为保护中华秋沙鸭这一珍稀物种提供科学依据。

## 1 时间及地点

研究时间为 2007 年 12 月 28 日—2008 年 1 月 15 日和 2008 年 11 月 10 日—12 月 5 日。本文所指越冬期为中华秋沙鸭离开繁殖地到达越冬地后一段群体相对稳定时期。

研究地选在江西省的 4 条主要河流及其支流,涉及的研究地点有信江清湖段(弋阳)、乐安江泗洲段(德兴)、昌江浮梁段、修河三都段(修水)和芦溪河上清段(鹰潭)(图 1)。各段环境特点简介如下:清湖段,河道宽约 202 m,为信江支流,两岸地势稍平,其一侧岸为宽阔的漫滩,稍远处为信江主河道,另一侧岸为丘陵地带,植被良好,河道偶尔有小型运沙船通过,干扰较少;泗洲段,河道宽约 116 m,河岸一侧为山体,靠近河岸有公路,另一侧地势平坦,观察地点就在采沙场附近,此处较多人为干扰;浮梁段,河道宽约 130 m,两岸皆山体,其一侧岸边为公路与铁路并行,平均每小时有一列火车通过并鸣笛,由于公路在修,车辆和行人稀少;三都段,河道宽约 113 m,一侧岸为山体,一侧岸为漫滩和农田,干扰较少,仅见抱子石电站每日发电导致的 3—4 h 的水

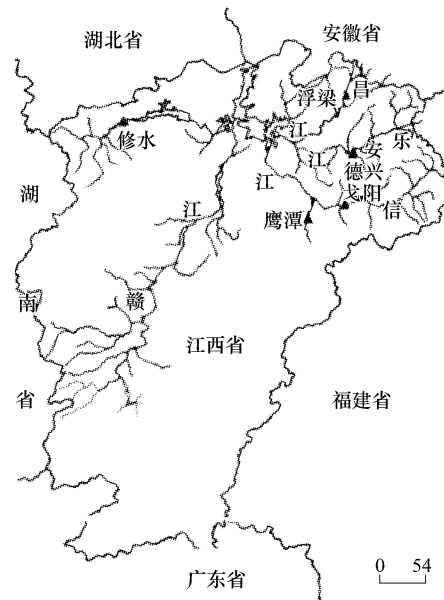


图 1 研究地点分布

Fig. 1 Distribution of research area

各河段地理坐标依次为:弋阳 28°22.545'N, 117°20.309'E, 海拔 67 m;德兴 29°4.320'N, 117°44.935'E, 海拔 46 m;浮梁 29°26.180'N, 117°14.693'E, 海拔 45 m;修水 29°9.662'N, 114°41.140'E, 海拔 87 m;鹰潭 28°1.798'N, 117°4.943'E, 海拔 88 m

位上涨,水位高差 1 m 左右;上清段,河道宽约 138 m,一侧临山,一侧为漫滩和镶嵌状的小块果园,河岸植被郁密,河道环境隐蔽度高。

该区域属亚热带湿润季风型气候,年均气温 18℃,冬季平均气温 6.7℃,夏季平均气温 29.7℃,无霜期 264 d,年均降水量 1816 mm,大气相对湿度为 76%。该区植被类型的分布具有明显的南北交汇特征,地带性植被为落叶阔叶林和常绿阔叶林。这些河段水面宽狭交替,河床起伏,水质洁净,鱼虾和水生昆虫丰富,人为活动干扰相对少。

## 2 方法及设备

### 2.1 观察方法

在各观察点用单筒望远镜结合双筒望远镜进行每天 10 h 的全日观察<sup>[14]</sup>。每天观察时间为从 7:00 至 17:00 的整个可见时段(在能见度允许的情况下,观察时间适当延长,作为补充数据)。采取瞬时扫描取样法和焦点动物取样法相结合对研究个体进行观察。瞬时扫描取样法就是将观察时间按 2 min 分成许多短暂的时间间隔,每 2min 记录 1 次中华秋沙鸭正在发生的行为,每小时扫描 30 次,全天扫描 300 次。观察对象随机确定,即视野内能观察到的所有个体,当观察对象离开视野,利用摩托车进行追踪,并通过对讲机把行为模式告知记录人,以便获得相对连续的观察数据。所有数据由一人记录,以避免处理数据方式的不一致;焦点动物取样法就是观察记录特定中华秋沙鸭个体在某一特定的时间内发生的行为及特点,记录观察期内秋沙鸭各种行为发生的频次<sup>[6]</sup>。观察中如发现群体某种行为在一段时间内同步持续,则记录该种行为而不区分期间的过渡性行为方式。可观察的范围为纵向 1000 m,并对附近活动点进行补充观察。

### 2.2 行为定义

取食:觅食与取食相伴,合并处理,在捕食之前头部分伸入水面下,游动中寻找食物,头全部伸入水中,或身体潜入水下捕获食物;

游泳:于水中或急或缓的游动,有时伴随头部分伸入水面下游动,但不伴随取食;

梳理:于水面或岸边用喙和脚整理羽毛以及在水中冲洗;

观察:对周围环境变化及干扰的注意;

游戏:于水面快速前冲但不伴随取食,身体立于水面,振翅摆尾,相互追逐,或于水面快速旋转等行为;

静息:于水中、水中凸起物或岸边身体趴伏不活动;

睡眠:于水中或岸边头埋于翅下羽毛中,身体趴伏;

飞行:包括少于 100 m 的短距离和多于 100 m 的长距离飞行。

### 2.3 数据收集及处理

在观察期间,观察点共有不少于 120 只中华秋沙鸭在观察范围活动,累计有效观察 18 d(舍去因浓雾或频繁干扰所致的不完整观察日数据,有效观察中三都段 10 d,上清段 8 d,共 180 h),共记录各行为发生频次 27056 次,适合行为节律分析的日观察 6 d。对观察中获得的各种行为数据进行归纳整理,用 Excel 和 SPSS11.0 软件进行统计分析和图表处理。行为时间分配以各行为发生的频次占总行为频次的百分比表示;行为节律以各时间段行为发生的平均频次表示,平均频次是以各时间段观察到所有个体行为的平均频次的 6 d 观测数据求取均值表示(由于野外观测的不确定性,观测个体数在不同时间段是不断变化的,因此,平均频次采用此种处理方法),节律性变化使用单因素方差分析(ANOVA)检验,时间为因素;各种行为发生频率的相关分析采用斯皮尔曼(Spearman)秩相关检验。

### 2.4 设备

KOWA TSN-821M(20-60×88)单筒望远镜,BUSHNELL 20×50 双筒望远镜,GPS(map76),BUSHNELL sport450 5-732 M 测距仪,YUKON MT3 4×50 夜视仪。

## 3 结果

### 3.1 中华秋沙鸭各种行为类型的时间分配

中华秋沙鸭越冬期的行为可分为 8 种类型,主要行为时间分配具有如下特点,取食是越冬期最主要的行

为,用时最多的是取食行为,占 46%,其次是游泳,占 23%,依次是理羽 9%、静息和睡眠各占 8%、飞行 4%、游戏 2% 和观察 0.5% (图 2)。

3.2 中华秋沙鸭越冬行为活动的相关性

对越冬期中华秋沙鸭各种行为发生频率进行斯皮尔曼秩相关检验结果表明(表 1),取食行为与睡眠行为的发生呈显著的负相关性( $R = -0.73, df = 8, P < 0.05$ )、与飞行行为的发生呈显著正相关( $R = 0.70, df = 8, P < 0.05$ );理羽行为与静息行为的发生呈极显著的正相关性( $R = 0.88, df = 8, P < 0.01$ )。其他各种行为之间不呈现显著相关性( $P > 0.05$ )。

3.3 中华秋沙鸭越冬行为活动日节律

中华秋沙鸭 8 种主要行为中的取食 ( $F_{(9,59)} = 2.17, P < 0.05$ )、游泳 ( $F_{(9,59)} = 2.70, P < 0.05$ )、理羽 ( $F_{(9,59)} = 2.25, P < 0.05$ ) 和静息 ( $F_{(9,59)} = 2.60, P < 0.05$ ) 行为存在明显的节律性变化;睡眠 ( $F_{(9,59)} = 0.63, P > 0.05$ )、飞行 ( $F_{(9,59)} = 0.55, P > 0.05$ )、游戏 ( $F_{(9,59)} = 1.34, P > 0.05$ ) 和观察行为 ( $F_{(9,59)} = 0.53, P > 0.05$ ) 没有明显的节律性变化(表 2)。取食行为在 7: 00—8: 00、10: 00—11: 00、12: 00—13: 00 有明显的峰值,峰值之间平均间隔 2.3 h,其它时段取食频次接近,上午取食频次高于下午。游泳行为早晚两个时段发生频次较高,中午时段低。理羽行为曲线呈现周期性波动特点,波动周期约为 2 h。静息行为曲线特点与理羽行为相似,但不与之同步。睡眠和静息行为为下午发生频次明显高于上午,并呈现节律变化,对应 3 个取食高峰表现为低频次。游戏行为曲线在 12: 00—13: 00 时段呈现峰值,在 15: 00—16: 00 时段表现极低值,其它时段变化不大。观察行为和飞行行为表现出较大的随机性。

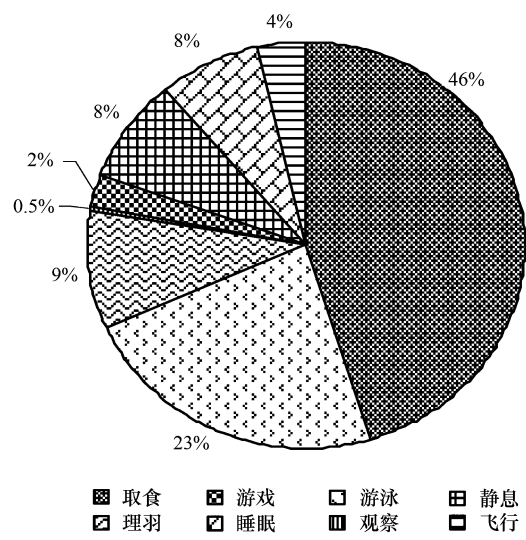


图 2 中华秋沙鸭冬季行为时间分配  
Fig.2 Behavior time budget of wintering *Mergus squamatus*

表 1 中华秋沙鸭越冬期各种行为发生频率的相关分析( $n = 9$ )

|              | 取食<br>Feeding | 游泳<br>Swimming | 理羽<br>Preening | 观察<br>Observing | 游戏<br>Playing | 静息<br>Resting | 睡眠<br>Sleeping | 飞行<br>Flying |
|--------------|---------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
| 取食 Feeding   | 1.00          | -0.26          | -0.49          | -0.32           | 0.48          | -0.47         | -0.73 *        | 0.70 *       |
| 游泳 Swimming  |               | 1.00           | 0.46           | 0.38            | 0.37          | 0.52          | -0.07          | 0.32         |
| 理羽 Preening  |               |                | 1.00           | 0.45            | -0.05         | 0.88 **       | 0.68           | -0.32        |
| 观察 Observing |               |                |                | 1.00            | 0.17          | 0.67          | 0.55           | -0.05        |
| 游戏 Playing   |               |                |                |                 | 1.00          | 0.15          | -0.08          | 0.55         |
| 静息 Resting   |               |                |                |                 |               | 1.00          | 0.55           | -0.28        |
| 睡眠 Sleeping  |               |                |                |                 |               |               | 1.00           | -0.43        |
| 飞行 Flying    |               |                |                |                 |               |               |                | 1.00         |

4 讨论

4.1 各种行为类型的时间分配

鸟类花费在各种行为上的时间和能量都会影响其生存状态<sup>[24]</sup>。鸟类的时间分配不仅是对环境条件的一种适应,而且是影响其活动全部因素的综合表现<sup>[25]</sup>,要理解鸟类个体对时间的最佳利用,就必须清楚鸟类对各种行为类型的时间分配<sup>[26]</sup>。从中华秋沙鸭越冬期 8 种主要行为时间分配的特点可以看出,取食行为及与取食相关的游泳和飞行行为(在对中华秋沙鸭的研究中发现,该物种对越冬栖息地的利用具明显的功能区划分特点,即可分为取食区和活动区。每当取食行为发生前都会伴随由活动区向取食区的位置移动,移动的方

式包括游泳和飞行,除受到干扰,飞行行为仅由取食动机引发。)所占时间比例达 70% 以上,其他行为所占时间比例不足 30%,说明中华秋沙鸭在越冬期以积累能量为主。鸟类在秋季迁徙过程中能量会有大量消耗,体重也会明显下降,春季迁飞前体重明显增加<sup>[27-28]</sup>。研究中发现,初冬到达越冬地的个体非常瘦弱,体重的恢复需要较长的时间,后期体重有较大幅度的增加,在春季迁飞前能量积累达到峰值,这与繁殖期不同。繁殖期雄鸭用于取食及与之有关行为所占时间比例仅为 46.6%,而睡眠和理羽的时间比例明显增加,达 39.7%<sup>[6]</sup>,说明繁殖期雄鸭更倾向于投入时间给修饰自身和休息隐蔽,雌鸭则把更多的时间用于孵化和育雏。

表 2 中华秋沙鸭冬季行为活动日节律

Table 2 Daily behavioral rhythm for wintering *Mergus squamatus*

| 时间 Time         | 行为发生平均频次观测均值及观测个体数均值(平均值±标准误, n=6)                                                                       |                |                |                 |               |               |                |              |               |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|--------------|---------------|
|                 | Mean frequency of various behavior and mean of individual be observed (Mean ± Std. Error of Mean, n = 6) |                |                |                 |               |               |                |              |               |
|                 | 取食<br>Feeding                                                                                            | 游泳<br>Swimming | 理羽<br>Preening | 观察<br>Observing | 游戏<br>Playing | 静息<br>Resting | 睡眠<br>Sleeping | 飞行<br>Flying | 个体数<br>Number |
| 7:00—8:00       | 13.08 ± 1.06                                                                                             | 9.58 ± 1.78    | 2.47 ± 0.34    | 0.25 ± 0.14     | 1.67 ± 1.10   | 0.70 ± 0.34   | 0.83 ± 0.74    | 0.92 ± 0.27  | 8.50 ± 1.75   |
| 8:00—9:00       | 10.90 ± 1.91                                                                                             | 8.10 ± 1.04    | 4.57 ± 0.81    | 0.13 ± 0.09     | 0.68 ± 0.37   | 1.75 ± 0.62   | 3.60 ± 2.44    | 0.28 ± 0.13  | 11.50 ± 1.93  |
| 9:00—10:00      | 8.23 ± 2.07                                                                                              | 11.52 ± 2.24   | 2.12 ± 0.50    | 0.33 ± 0.21     | 0.80 ± 0.39   | 2.03 ± 0.45   | 4.03 ± 2.71    | 0.93 ± 0.35  | 9.50 ± 2.54   |
| 10:00—11:00     | 16.37 ± 1.01                                                                                             | 3.60 ± 0.47    | 3.87 ± 0.62    | 0.15 ± 0.10     | 1.00 ± 0.40   | 1.82 ± 0.29   | 2.50 ± 0.85    | 0.87 ± 0.23  | 11.00 ± 1.98  |
| 11:00—12:00     | 7.62 ± 2.27                                                                                              | 5.57 ± 1.10    | 2.95 ± 0.35    | 0.38 ± 0.15     | 1.62 ± 0.30   | 4.23 ± 0.85   | 5.83 ± 2.64    | 0.80 ± 0.30  | 9.50 ± 1.57   |
| 12:00—13:00     | 13.08 ± 1.55                                                                                             | 5.37 ± 1.10    | 3.40 ± 0.43    | 0.37 ± 0.25     | 2.57 ± 1.26   | 2.23 ± 0.52   | 2.12 ± 1.03    | 0.78 ± 0.27  | 7.75 ± 1.99   |
| 13:00—14:00     | 8.45 ± 1.53                                                                                              | 7.27 ± 1.74    | 5.10 ± 0.71    | 0.42 ± 0.20     | 2.05 ± 0.28   | 2.53 ± 0.85   | 3.13 ± 1.68    | 0.72 ± 0.32  | 9.17 ± 2.01   |
| 14:00—15:00     | 8.22 ± 2.99                                                                                              | 7.12 ± 1.01    | 3.37 ± 0.68    | 0.27 ± 0.19     | 1.52 ± 0.64   | 5.60 ± 1.61   | 2.93 ± 1.71    | 0.97 ± 0.39  | 15.17 ± 3.53  |
| 15:00—16:00     | 10.38 ± 1.75                                                                                             | 7.58 ± 0.90    | 3.72 ± 0.89    | 0.18 ± 0.09     | 0.17 ± 0.07   | 2.72 ± 1.28   | 4.43 ± 1.53    | 0.65 ± 0.28  | 12.67 ± 2.16  |
| 16:00—17:00     | 10.85 ± 2.03                                                                                             | 6.73 ± 1.24    | 4.33 ± 0.63    | 0.08 ± 0.05     | 0.67 ± 0.42   | 2.37 ± 0.79   | 4.77 ± 1.54    | 0.53 ± 0.24  | 11.33 ± 4.01  |
| <i>F</i> (9,59) | 2.17                                                                                                     | 2.70           | 2.25           | 0.53            | 1.34          | 2.60          | 0.63           | 0.55         | 0.80          |
| Sig.            | 0.04                                                                                                     | 0.01           | 0.03           | 0.85            | 0.24          | 0.02          | 0.77           | 0.83         | 0.62          |

收集时间分配数据有助于研究鸟类的生活史和生态适应<sup>[26, 29-30]</sup>,时间分配能够表明鸟类在不同生活史阶段分配给各种行为的时间比例,因而能够帮助理解鸟类的越冬策略<sup>[31]</sup>。水禽在非繁殖期时间分配的变化趋势与食物的质量和供应以及个体的能量需求密切相关<sup>[32]</sup>,而取食及与取食相关行为所占时间比例的高低也与食物的丰富程度密切相关,食物相对丰富的昌江浮梁段该项比例明显低于其它地点。与取食有关的行为时间比例增加也与天气状况相关,研究期间越冬地上午浓雾频繁发生,可能会影响中华秋沙鸭的活动时间,这在对其物种如黑颈鹤和丹顶鹤的研究中得到证实<sup>[14, 33]</sup>。

#### 4.2 越冬行为活动日节律

每一个物种都有适于自己的时间分配和行为节律,有最适时间分配和行为节律的个体在自然选择中是有利的<sup>[34]</sup>。研究表明,取食、游泳、理羽、静息等 4 种主要行为呈明显的节律性变化,这与取食行为的节律变化相关。清晨活动初期动物体内的能量消耗殆尽,必须立刻补充能量而进食,只有在能量得到保证以后才会发生修整和游戏等行为,而取食高峰之间的时间间隔(2.3 h)可能会反映中华秋沙鸭的代谢时间,这与桑莉莉等对斑嘴鸭的研究具有很大的相似性<sup>[35]</sup>,不同的是中华秋沙鸭的取食行为几乎发生在任何时段,这种差别可能缘于食性和食物丰富程度的不同。由于中华秋沙鸭日间活动几乎全部在水面上,因而游泳和飞行是所有行为的连接方式,而飞行行为是高能耗的行为方式,除遇惊扰、逃避和改变活动区域外很少发生,游泳行为就成为主要的过渡性行为。由于中午时段出现两次取食高峰,故游泳行为发生频次明显降低,而其它时段变化不大。理羽、睡眠和静息等修整行为一般在取食行为结束后发生,因而会随取食行为频次变化而呈反向变化。集群有利于提高群体的警觉能力,从而减少群体用于警戒的时间分配<sup>[36]</sup>。研究发现,中华秋沙鸭在越冬期具明显的集群特点,在集群中各行为方式的发生呈现较强的同步性,由于集群的多眼效应和警戒的分工<sup>[37-38]</sup>,用于观察的时间大大减少(仅占有活动时间的 0.5%)。各行为活动的相关性分析表明,取食行为和睡眠行为的

发生呈显著负相关,说明中华秋沙鸭在两种行为之间存在权衡。中华秋沙鸭在取食之前一般伴随从其它活动区域向取食区域的短暂飞行,因此取食行为和飞行行为之间呈显著正相关。

## References:

- [ 1 ] Wang S, Zheng G M, Wang Q S. China red data book of endangered animals. Aves. Beijing: Science Press, 1998: 204-206.
- [ 2 ] Collar N J. Threatened birds of Asia; the birdlife international red data book. Cambridge, UK: Birdlife International, 2001: 523-541.
- [ 3 ] Zhao Z J, Han X D, Wu J C. Breeding individual amount, distribution and protection strategy of Scaly-sided Merganser. In: China Ornithological Society Water Bird group ed. Chinese Water Bird Research. Shanghai: East China Normal University Press, 1994: 61-65.
- [ 4 ] Liu Y, Yang Z J, Zuo B, Yi G D. Wintering distribution and population size of scaly-sided Merganser *Mergus squamatus* in Jiangxi Province. Northeast Normal University (Natural Science Edition), 2008, 40(1): 111-115.
- [ 5 ] Fu J Q, Chen G. Nest-site selection and activity rhythm of Scaly-sided Merganser during hatching period. Journal of Northeast Forestry University, 2006, 34(5): 100-101.
- [ 6 ] Yi G D, Yang Z J, Chen G, Li C Q, Hao X L, Zhao J. Preliminary observation on breeding behavior of *Mergus squamaus*. Chinese Journal of Zoology, 2008, 43(6): 57-61.
- [ 7 ] Zhao Z J, Han X D, Wu J C, Zhang S H, Piao Z J. Behavior of *Mergus squamaus* in breeding season. Chinese Wildlife, 1995, (1): 19-21.
- [ 8 ] Yang Z J, Luo W Z, Yi G D, Zhuo B, Liu Y. Research on breeding ecology of *Mergus squamaus*. Journal of Northeast Normal University (Natural Science Edition), 2003, 35(2): 123-124.
- [ 9 ] Zhao Z J, Wu J C, Zhang S H, Piao Z J. Distribution and population size of Scaly-sided Merganser in Changbai Mountain Area. Zoological Research, 1993, 14(3): 221-225.
- [ 10 ] Fang D A, Zhang Z Q, Wang A P, Luo Z H, Xu J Y. Study on zoology factors of Yi-Yang wintering habitat of Chinese Merganser. Journal of Shangrao Normal College, 2007, 27(6): 73-75, 112.
- [ 11 ] He F Q, Lin J S, Yang B, Jiang H D, Zhang H H. Current distribution and status of the wintering Scaly-sided Merganser in China. Chinese Journal of Zoology, 2006, 41(5): 52-56.
- [ 12 ] Li W F, Zhao H S, Wang H G, Li F M. Breeding population of scaly-sided Merganser was found in Ningan City of Heilongjiang Province. Chinese Journal of Zoology, 1998, 33(5): 37-38.
- [ 13 ] Liu P Q. Scaly-sided Merganser. Forest & Humankind, 2007, (2): 32-43.
- [ 14 ] Kong D J, Yang X J, ZHONG X Y, DAO M B, Zhu Y. Diurnal time budget and behavior rhythm of wintering Black-necked Crane (*Grus nigricollis*) at Dashanbao in Yunnan. Zoological Research, 2008, 29(2): 195-202.
- [ 15 ] Thompson J L. Rhythmic activity in animal physiology and behavior. New York: Academic Press, 1961.
- [ 16 ] Risenhoover K L. Winter activity patterns of moose in interior Alaska. J Wildl Manag, 1986, 50 (4): 727-734.
- [ 17 ] Shi J B, Dunbar R IM, Buckland D, Miller D. Daytime activity budgets of feral goats (*Capra hircus*) on the Isle of Rum; influence of season, age, and sex. Canadian Journal of Zoology, 2003, 81 (5): 803-815.
- [ 18 ] Belovsky G E, Slade J B. Time budgets of grassland herbivores; body size similarities. Oecologia (Berlin), 1986, 70 (1): 53-62.
- [ 19 ] Zhou X Y, Wang X M, Jiang Z H. Time budget and activity rhythm of *Alectoris chukar* in winter. Journal of Northeast Forestry University, 2008, 36(5): 44-46.
- [ 20 ] Yang X J, Wen X J, Yang L. Time budgets of captive Lady Amherst's pheasant (*Chrysolophus amherstiae*). Zoological Research, 1995, 16(2): 178-184.
- [ 21 ] Nasser Baaziz, Boudj ma Samraoui. The Status and Diurnal Behavior of Wintering Common Coot *Fulica Atra* in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria. European Journal of Scientific Research, 2008, 23(3): 495-512.
- [ 22 ] Paulus S L. Time-activity budgets of non-breeding Anatidae: a review // M. W. Weller ed. Waterfowl in Winter. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1988: 135-152.
- [ 23 ] Baldassarre G A, Paulus S L, Tamisier A, Titman R D. Workshop summary: techniques for timing activities of wintering waterfowl // M. W. Weller ed. Waterfowl in Winter. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1988: 181-188.
- [ 24 ] Orians G H. The ecology of blackbird (*Agelaius*) social systems. Ecological Monographs, 1961, 31(3): 285-312.
- [ 25 ] Yang X J, Yang L. The observation of time budget of captive peafowl (*Pavo muticus*). Acta Zoologica Sinica, 1996, 42(suppl.): 106-111.
- [ 26 ] Evers D C. Activity budgets of a marked Common Loon (*Gavia immer*) nesting population. Hydrobiologia, 1994, 279: 415-420.
- [ 27 ] David W. Johnston Robert W. McFarlane. Migration and bioenergetics of flight in the Pacific Golden Plover. The Condor, 1967, 69(2): 156-168.
- [ 28 ] Robert G. Bromley, Robert L. Jarvis. The energetics of migration and reproduction of Dusky Canada Geese. The Condor, 1993, 95(1): 193-210.

- [29] Hamilton A J, Taylor I R, Hepworth G. Activity budgets of waterfowl (Anatidae) on a waste-stabilization pond. 2002, *Emu*, 102:171-179.
- [30] Jonsson J E, Afton A D. Different time and energy budgets of Lesser Snow Geese in rice-prairies and coastal marshes in southwest Louisiana. 2006, *Waterbirds*, 29:451-458.
- [31] Te-Chih Chen, Yao-Sung Lin and Tzung-Su Ding. Time budget of Polyandrous Pheasant-Tailed Jacana (*Hydrophasianus chirurgus*) during breeding season in Taiwan. *Taiwania*, 2008, 53(2):107-115.
- [32] Nasser Baaziz and Boudjéma Samraoui. The status and diurnal behavior of wintering Common Coot *Fulica Atrata* L in the Hauts Plateaux, Northeast Algeria. *European Journal of Scientific Research*, 2008, 23(3):495-512.
- [33] Lü S C, Chen W H. Influence of environmental factors in overwintering behavior of Red-crowned Crane. *Chinese Wildlife*, 2006, 27(6):18-20.
- [34] Caraco T. Time budget and group size: A theory. *Ecology*, 1979, 60(3):611-617.
- [35] Shang L L, Ge Z M, Pei E L, Xu X J, Jiang S, Wang T H. Observation on the behaviors of wintering waterfowls in artificial wetland at Chongming Dongtan. *Chinese Journal of Ecology*, 2008, 27(6):940-945.
- [36] Shang Y C. Behavioral ecology. Beijing: Peking University Press, 1998: 141-149.
- [37] Pulliam H R. On the advantages of flocking. *Journal of Theoretical Biology*, 1973, 38:419-422.
- [38] Beauchamp G, Graeme D R. False alarms and the evolution of anti-predator vigilance. *Animal Behaviour*, 2007, 74(5):1199-1206.

#### 参考文献:

- [1] 汪松,郑光美,王歧山. 中国濒危动物红皮书:鸟类. 北京:科学出版社,1998: 204-206.
- [3] 赵正阶,韩晓冬,吴景才. 中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)的繁殖数量、分布和保护策略//中国鸟类学会水鸟组. 中国水鸟研究. 上海:华东师范大学出版社,1994: 61-65.
- [4] 刘宇,杨志杰,左斌,易国栋. 中华秋沙鸭(*Mergus squamatus*)在江西省的越冬分布及种群数量调查. 东北师范大学学报(自然科学版), 2008, 40(1):111-115.
- [5] 付俊卿,陈刚. 中华秋沙鸭巢址选择及孵化期活动节律. 东北林业大学学报, 2006, 34(5):100-101.
- [6] 易国栋,杨志杰,陈刚,李成权,郝锡联,赵匠. 中华秋沙鸭繁殖习性初报. 动物学杂志, 2008, 43(6):57-61.
- [7] 赵正阶,韩晓冬,吴景才,张淑华,朴正吉. 中华秋沙鸭繁殖期的行为. 野生动物, 1995, (1):19-21.
- [8] 杨志杰,罗维桢,易国栋,左斌,刘宇. 中华秋沙鸭的繁殖生态研究. 东北师范大学学报(自然科学版), 2003, 35(2):123-124.
- [9] 赵正阶,吴景才,张淑华,朴正吉. 中华秋沙鸭在长白山地区的分布和种群数量. 动物学研究, 1993, 14(3):221-225.
- [10] 方弟安,章志琴,王艾平,罗朝辉,徐璟耘. 中华秋沙鸭弋阳越冬区生态因子的研究. 上饶师范学院学报, 2007, 27(6):73-75, 112.
- [11] 何芬奇,林剑声,杨斌,江航东,张浩辉. 中华秋沙鸭在中国的近期越冬分布与数量. 动物学杂志, 2006, 41(5):52-56.
- [12] 李文发,赵和生,王恒根,李方满. 黑龙江省宁安市发现中华秋沙鸭繁殖种群. 动物学杂志, 1998, 33(5):37-38.
- [13] 刘培琦. 中华秋沙鸭. 森林与人类, 2007, (2):32-43.
- [14] 孔德军,杨晓君,钟兴耀,道美标,朱勇. 云南大山包黑颈鹤日间越冬时间分配和活动节律. 动物学研究, 2008, 29(2):195-202.
- [19] 周晓禹,王晓明,姜振华. 贺兰山石鸡越冬期昼间行为时间分配及活动规律. 东北林业大学学报, 2008, 36(5):44-46.
- [20] 杨晓君,文贤继,杨岚. 笼养白腹锦鸡繁殖季节的时间分配. 动物学研究, 1995, 16(2):178-184.
- [25] 杨晓君,杨岚. 笼养绿孔雀行为时间分配的初步观察. 动物学报, 1996, 42(增刊):106-111.
- [33] 吕士成,陈卫华. 环境因素对丹顶鹤越冬行为的影响. 野生动物杂志, 2006, 27(6):18-20.
- [35] 桑莉莉,葛振鸣,裴恩乐,徐晓俊,姜娜,王天厚. 崇明东滩人工湿地越冬水禽行为观察. 生态学杂志, 2008, 27(6):940-945.
- [36] 尚玉昌. 行为生态学. 北京:北京大学出版社,1998: 141-149.