

半散放条件下赤麂卧息地特征分析

谢志刚^{①②} 刘志涛^① 宋延龄^{①*} 赵文阁^② 李善元^③ 张海^③ 符运南^③

(①中国科学院动物研究所 北京 100080;②哈尔滨师范大学 哈尔滨 150025;

③海南大田国家级自然保护区管理局 海南 572600)

摘要:2006年4~8月,在海南省大田国家级自然保护区对位于E108°47'05.8"~108°47'12.0"、N19°05'55.7"~19°05'58.1",面积为10400 m²的围栏内6只半散放条件下赤麂(*Muntiacus muntjak*)的卧息生境进行了研究。将围栏内的面积划为104个10 m×10 m的样方,作为收集数据的基本单元。将有赤麂卧息的样方定义为卧息单元,反之为非卧息单元。赤麂选择在14个样方卧息,卧息地平均长(1.6643±0.6197)m、宽(1.1679±0.3123)m、高(0.8143±0.1445)m。采用逻辑斯蒂回归模型作为赤麂卧息地特征分析的数学模型,分析了在14个卧息单元中收集的11类生态因子。结果表明,赤麂卧息地的选择与草本高度、隐蔽度、灌木高度及灌木密度正相关。赤麂卧息地选择的预测模型可用以下数学表达式表示:ln[P/(1-P)]=-26.888+0.089×灌木密度+0.253×草本高度+0.114×隐蔽度+0.079×灌木高度。

关键词:赤麂,卧息地特征,逻辑斯蒂回归模型

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2007)04-40-05

Bedding-site Characteristics of *Muntiacus muntjak* at Enclosure in Its Natural Habitat

XIE Zhi-Gang^{①②} LIU Zhi-Tao^① SONG Yan-Ling^{①*} ZHAO Wen-Ge^②

ZHANG Hai^③ LI Shan-Yuan^③ FU Yun-Nan^③

(①Institute of Zoology, Chinese Academy of Science, Beijing 100080;

②Harbin Normal University, Harbin 150025;③Hainan Datian National Nature Reserve, Hainan 572600, China)

Abstract: Bedding-site used by Muntjak (*Muntiacus muntjak*) were studied at an enclosure of 10400 m² in Hainan Datian Nature Reserve (108°47'05.8" - 108°47'12.0"E) (19°05'55.7" - 19°05'58.1"N) during April and August in 2006. The enclosure was divided into 104 plots (10 m × 10 m each) and 14 bedding sites used by Muntjak were located. Eleven ecological parameters were measured from the bedding sites and analysis by using logistic multiple regression model. The size of bedding-sites was 1.6643 ± 0.6197 m in length, 1.1679 ± 0.3123 m in width, and as deep as 0.8143 ± 0.1445 m in average. Among the 11 parameters, herb height, shelter, shrub height and density were the most important factors affecting the bedding-site selection. The characteristics of bedding site for Muntjak can be described by equation: ln[P/(1-P)] = -26.888 + 0.089 × shrub density + 0.253 × herb height + 0.114 × shelter + 0.079 × shrub height.

Key words: *Muntiacus muntjak*; Characteristics of bedding-site; Multiple regression model

基金项目 国家自然科学基金重点项目(No.30430120)资助;

* 通讯作者, E-mail: songyl@ioz.ac.cn;

第一作者介绍 谢志刚,男,硕士,主要从事动物生态学研究, E-mail: yinu224@163.com

收稿日期:2007-02-16, 修回日期:2007-05-29

决定动物生境选择的因素是复杂的,与生境的特征、动物的特性、食物的可利用性、捕食和竞争等因素有密切关系^[1]。因而生境选择的研究对于评估动物所处生态环境的质量、预测栖息地的负载量以及合理保护和利用动物资源等都具有重要意义^[2]。有蹄类动物对卧息地的选择是一种贮存能量的策略^[3~5],也是一种反捕食的策略^[6]。

赤麂(*Muntiacus muntjak*),别名吠鹿、印度麂,隶属于鹿科麂属,为典型的东洋界动物,生性机警,广泛分布于我国的广东、广西及海南省。因栖息于灌丛中又单独或成对活动,国内对其深入的研究报道较少。除探讨分类地位及散在于动物区系调查报告中关于赤麂习性的有限资料外,生态学方面的研究仅见于刘振生*的报道。国外对于赤麂的研究也仅局限于对社群结构和大小的零星观察,对庄稼、农田地的破坏估量,并无生态学等方面的报道。在半散放条件下对赤麂的卧息生境进行研究,可以获得该物种在半散放条件下对生境的要求,为驯养该物种提供生态学方面的可靠依据,对于该物种的资源保护和合理利用也具有十分重要的意义。为此,我们于2006年4~8月期间对半散放条件下赤麂的卧息生境选择进行了研究。

1 研究地自然概况与研究方法

1.1 研究地自然概况

海南大田保护区属于沿海台地类型地貌,地势比较平坦,海拔30~80 m。土壤为海相沉积物上发育的褐色砖红壤和褐色土壤以及沙页岩风化形成的褐色砖红壤,比较肥沃^[7]。植被属于较为典型的热带稀树灌丛草原类型,共有维管束植物450种,隶属104科。植被类型主要有以下4种:低平地热带草原、砂生灌丛林、落叶季雨林及人工林。本研究工作在海南大田国家级自然保护区的一块面积为10 400 m²的围栏中进行。围栏内的植物基本为自然植被,植被类型为低平地热带草原,以黄茅(*Heteropogon contortus*)、白茅(*Imperata cylindrica* var. *major*)、两歧飘拂草(*Fimbristylis* sp.)等禾本科(Poaceae)及莎草科

(Cyperaceae)植物为代表^[7]。围栏内的6只赤麂处于半散放状态,其活动和采食不受人为干扰。

1.2 研究方法

1.2.1 生态因子的测定

将围栏内的面积划分成104(8×13)个10 m×10 m的单元,记录每个单元与乔木有关的变量(乔木高度、密度、郁闭度),然后以每个单元的中心点为中心设置1个5 m×5 m和1个1 m×1 m 2个正方形叠加样方,分别测定与灌木有关的变量(灌木高度、密度、盖度)和与草本有关的变量(草本高度、盖度),同时估测每个样方中心点与水源和人为干扰源的距离。部分生态因子的测定方法及等级划分标准参照张明海^[8]和张洪海^[9]的方法划分如下:

乔木高度(TRH):估算10 m×10 m样方中每株乔木的高度并计算平均值;

乔木密度(TRD):计数10 m×10 m样方中乔木的数量;

灌木高度(SHH):估算5 m×5 m样方中每株灌木的高度并计算平均值;

灌木密度(SHD):计数5 m×5 m样方中灌木的数量;

灌木盖度(SHC):利用截线法估计灌木的盖度;

草本高度(HEH):估算1 m×1 m样方中草本的平均高度;

草本盖度(HEC):利用密度板估计草本盖度;

郁闭度(TRC):目测植被上层(树冠)对林下层的遮蔽程度,分为4个等级,即开阔(郁闭度≤25%)、低郁闭度(25%~50%)、中郁闭度(50%~75%)及高郁闭度(75%~100%);

隐蔽级(HC):在样方的中心点,树立一个1 m的木杆,在周围东、南、西、北4个方向距离中心20 m处测量木杆的能见度,即可以看见木杆长度占总长度的百分比,然后计算平均值。赤

* 刘振生.海南大田国家级自然保护区赤麂 *Muntiacus muntjak* 生态学.东北林业大学博士研究论文,2003:51~74.

麋卧息地的隐蔽级被分为优(0 ~ 25%)、良(25% ~ 50%)、中(50% ~ 75%)、差(75% ~ 100%) 4 个等级 ;

水源距离(WD): 估算样方中心到水源的垂直距离 , 分为近(0 ~ 50 m)、中(50 ~ 100 m)、远(> 100 m) 3 个等级 ;

人为干扰距离(DD): 虽然围栏内没有任何干扰源 , 但围栏外对赤麋的干扰较大。估算样方到干扰源的垂直距离 , 分为近(0 ~ 50 m)、中(50 ~ 100 m)、远(> 100 m) 3 个等级。

对每一个被赤麋利用作为卧息地的单元 , 定义为卧息单元 ; 反之定义为非卧息单元。测量每个卧息地的长度、宽度和高度的特征值 , 最小取值单位为 0.01 m。

1.2.2 数据处理 逻辑斯蒂模型的一般表达式为 $\pi(\chi) = e^{g(\chi)} / (1 + e^{g(\chi)})$, 其中 $\pi(\chi)$ 为物种的出现概率 , $g(\chi) = b_0 + b_1\chi_1 + b_2\chi_2 + b_3\chi_3 + \dots + b_m\chi_m$, 其中 b_0 为常数 , $b_1, b_2, b_3, \dots, b_m$ 为回归系数 , $\chi_1, \chi_2, \chi_3, \dots, \chi_m$ 为变量。由于动物在某一区域卧息或不卧息是二态数据 , 因此逻辑斯蒂回归是处理此类问题的最佳方法^[10]。若赤麋在某一单元内卧息 , 定义为卧息单元 , 赋值为 1 ; 反之定义为非卧息单元 , 赋值为 0。

先采用 Kolmogorov-Smirnov Z-test 检验数据是否符合正态分布 , 当数据符合正态分布时 , 采用独立样本 t-检验的方法检验变量在可利用样方与对照样方之间的差异。当数据不符合正态分布时 , 采用 Mann-Whitney U-检验。对呈显著差异的变量进行 Spearman 相关检验(双尾) ,

当两变量之间的相关系数 ρ 的绝对值大于或等于 0.6 时 , 则取生物学意义较重要的变量进入后续分析^[11]。以这些保留变量作为逻辑斯蒂回归的自变量进行回归 , 分析赤麋卧息地的特征。同时对该模型进行 Hosmer 和 Leweshow 检验 , 以此确定模型对因变量变化的判别是否达到显著水平($P > 0.05$)^[10]。

以上统计分析均使用 SPSS 13.0 软件分析完成 , 数据制作均在 Excel 电子表格下完成。

2 结果

2.1 卧息单元一般特征 研究期间在 104 个可利用样方中只有 14 个样方被赤麋选择为卧息单元。这些卧息地的平均长度为(1.66 ± 0.62)m、宽(1.17 ± 0.31)m、高(0.81 ± 0.14)m。平均乔木高度为(3.03 ± 0.31)m、密度(2.41 ± 0.15)m、平均灌木高度为(0.50 ± 0.13)m、密度(0.13 ± 0.07)m、盖度(11.80 ± 4.30)m、平均草本高度为(0.59 ± 0.15)m、盖度(0.65 ± 0.16)m。

2.2 变量检验 经 Kolmogorov-Smirnov Z-test 检验 , 所有变量都不符合正态分布。故采用非参数 Mann-Whitney U-检验 , 对在利用样方与对照样方之间存在显著差异的变量进行分析(表 1)。结果表明 , 在赤麋卧息单元与非卧息单元之间 , SHD(灌木密度)、SHH(灌木高度)、HEH(草本高度) 和 HC(隐蔽度) 之间呈显著差异。

对呈显著差异的变量灌木密度(SHD)、灌木高度(SHH)、草本高度(HEH) 和隐蔽度(HC) 进行 Spearman 相关检验(双尾) , 这些变量之间

表 1 卧息单元与非卧息单元间所测变量的 Mann-Whitney U-检验

Table 1 Result of Mann-Whitney U-test for the variables

变量及代码 Variables and codes	乔木高度 Tree height-TRH	乔木密度 Tree density-TRD	郁闭度 Tree canopy-TRC	灌木盖度 Shrub canopy-SHC	灌木密度 Shrub density-SHD	灌木高度 Shrub height-SHH
Z 值	-0.763	-0.827	-1.372	-4.139	-4.320	-4.139
P 值	0.446	0.408	0.170	0.079	0.000	0.000
变量及代码 Variables and codes	草本高度 Herbage height-HEH	草本盖度 Herbage canopy-HEC	隐蔽级 Hiding cover-HC	水源距离 Distance from water-WD	人为干扰距离 Distance from human disturbance-DD	
Z 值	-5.564	-1.942	-5.768	-1.595	-0.493	
P 值	0.000	0.052	0.000	0.111	0.622	

表 2 呈显著差异变量的 Spearman 相关检验(双尾)

Table 2 Spearman correlation analysis(2-tailed) results for the variables of significant differences

变量及代码 Variables and codes	隐蔽级 Hiding cover-HC	草本高度 Herbage height-HEH	灌木高度 Shrub height-SHH	灌木密度 Shrub density-SHD
隐蔽级 Hiding cover-HC	1.000			
草本高度 Herbage height-HEH	0.810(**)	1.000		
灌木高度 Shrub height-SHH	0.673(**)	0.539(**)	1.000	
灌木密度 Shrub density-SHD	0.706(**)	0.607(**)	0.957(**)	1.000

**变量在 0.01 水平相关显著(双尾), ** Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed).

存在显著的相关关系(表 2)。

以 14 个卧息单元和 90 个非卧息单元的灌木密度(SHD)、灌木高度(SHH)、草本高度(HEH)和隐蔽度(HC)作为自变量进行逻辑斯蒂回归分析。结果表明,赤鹿对卧息地的选择与灌木密度、灌木高度、草本高度和隐蔽度正相关(表 3)。

表 3 保留变量的逻辑斯蒂回归结果(方法:Enter)

Table 3 Results of logistic regression for remained variables

保留变量 Remained variables	保留变量的回归系数 Regression coefficient of remained variables	Wald 卡方值 Chi-square of wald
灌木高度 Shrub height-SHH	0.079	1.519
灌木密度 Shrub density-SHD	0.089	0.284
草本高度 Herbage height-HEH	0.253	3.588
隐蔽级 Hiding cover-HC	0.114	2.155
常数 Costant	-26.888	4.108

2.3 检验结果 根据逻辑斯蒂回归分析的结果,得到赤鹿选择卧息地预测模型的数学表达式 $1/[P(1-P)] = -26.888 + 0.089(SHD) + 0.253(HEH) + 0.114(HC) + 0.079(SHH)$ 。

2.4 模型检验 对该模型进行 Hosmer and Leweshow 检验,结果表明该模型对因变量变化的判别达到显著水平($\chi^2 = 1.359, df = 7, P = 0.987, P > 0.05$)^[10]。

3 讨论

动物的生境选择行为,在自然界并非是随意性的,而是具有某种内在的规律性^[11]。赤鹿选择卧息地时对隐蔽度、草本高度、灌木高度及

灌木密度的要求较为严格,往往选择隐蔽度较高、草本及灌木较高、灌木密度较大的单元作为卧息地(表 2)。模型的预测符合我们的观察结果。

动物选择隐蔽条件主要是为了降低被捕食的风险。研究区域的植被类型为低平热带草原,植被相对比较低矮。高大的乔木往往会遮挡阳光,不利于林下草本及灌木植被的生长,也不利于赤鹿的隐蔽,增加它们的采食风险,因此不被赤鹿选择。Altoff 等^[12]认为郁闭度越低,林下小生境的温度就越高。赤鹿怕雨忌湿,雨天很少觅食^[13]。本研究进行期间恰处于海南岛的雨季,雨水较频,也使得赤鹿尽可能地不选择乔木密度较高的环境,而选择隐蔽条件好且湿度较低的单元卧息。

许多中小型鹿科动物如梅花鹿(*Cervus nippon*)^[14]、黑鹿(*M. crinifrons*)^[15]等为了能尽早发现敌害,从而能及时躲避,它们并不选择太高的植被,但要求植被较深密,这与赤鹿在栖息地的选择上相近。研究区域的低平热带草原植被类型决定了草本高度与隐蔽度的密切相关,多数卧息地中草本植物的高度几乎等于该卧息地的隐蔽度。观察发现,赤鹿卧息时一般呈侧卧状,即使处于警戒状态也仅是将头部稍稍抬起,躲在隐蔽处观察,直到危险真正逼近时才逃走。本研究观察的 6 只赤鹿的平均臀高为 0.53 m,肩高 0.50 m,因此赤鹿处于卧息或警戒状态时,其平视高度不会超过 0.60 m。而它们选择的卧息单元中的草本植物均较高,有的甚至达到 1.5 m,为赤鹿提供了非常好的隐蔽条件。另外,赤鹿的毛色与枯草色相近,斑驳的枯

草增加了其卧息地的隐蔽度,故而被赤麂所选择。

赤麂是食草动物中比较典型的精食者。它们偏爱灌木的嫩叶和枝条、草本植物的新发叶芽。在灌木密度、盖度较高,种类丰富的环境中栖息,使得它们能够获得蛋白质含量高、易吸收的大量食物^{*}。观察中发现,赤麂卧息单元中某些灌木的新生嫩芽有被啃食的痕迹,这表明某些灌木的嫩芽能够为赤麂的取食提供便利条件。其次,赤麂主要采食植物嫩枝上的树叶,也喜食落地的各种果实,但它避免采食单一的食物,而是同时采食数种以上的植物^[16]。赤麂卧息单元中及附近充足的草本资源为其取食提供了便利条件。

水源的远近也是多数有蹄类动物选择卧息生境的重要因子,如梅花鹿^[14]、黑麂^[15]、马鹿(*Cervus elaphus wallichi*)^[8]等都选择在离水源较近的地方栖息。赤麂选择卧息地时对水源距离的要求不明显,其原因在于研究期间恰处于海南岛的雨季,赤麂卧息的草丛附近积水处较多,这为其水源的获得提供了便利;雨季中赤麂的食物丰富并含有较高的水分,降低了它们对水源的依赖。

尽管野生偶蹄类动物通常躲避人类的干扰,如梅花鹿^[14]、黑麂^[15]、普氏原羚(*Procapra przewalskii*)^[17]等都选择远离人类居住地的环境。但在本研究中,赤麂卧息地的选择对人为干扰的距离要求并不严格,其原因应该与研究地区的隐蔽条件较好有关。在野外工作中,通常是我们已走到离其卧息地很近的地方都不能发现卧息的赤麂,而赤麂却先发现了我们。

致谢 在野外研究工作中,海南大田国家级自然保护区管理局符其武和吴风等同志给予了帮助和协作,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 颜忠诚,陈永林.动物的生境选择.生态学杂志,1998,17(2):43~49.
- [2] 姜兆文,徐利,马逸清等.大兴安岭地区紫貂冬季生境选择的研究.兽类学报,1998,18(2):112~119.
- [3] Armstrong E, Euler D, Racey G. Winter bed-site selection by whitetailed deer in central Ontario. *J Wild Manage*, 1983, 47: 880~884.
- [4] Lang B K, Gates J E. Selection of sites for winter night beds by white-tailed deer in a hemlock-northern hardwood forest. *Am Midl Nat*, 1985, 113: 245~254.
- [5] Mysterud A, Østbye E. Bed-site selection by European roe deer (*Capreolus capreolus*) in southern Norway during winter. *Can J Zool*, 1995, 73: 924~932.
- [6] Smith H D, Oveson M C, Pritchett C L. Characteristics of muledeer beds. *Great Basin Nat*, 1986, 46: 542~546.
- [7] 滕丽微,刘振生,宋延龄等.海南大田国家级自然保护区赤麂的食性.动物学报,2004,50(4):511~518.
- [8] 张明海,肖前柱.冬季马鹿采食生境和卧息生境的选择.兽类学报,1990,10(3):175~183.
- [9] 张洪海,马建章.紫貂秋季生境选择的初步研究.生态学报,2000,20(1):150~154.
- [10] Hosmer D W, Lemeshow S. Applied Logistic Regression. New York: John Wiley & Sons, 1989.
- [11] Lahaye W S, Gutierrez R J. Nest sites and nesting habitat of the Northern Spotted Owl in northwestern California. *The Condor*, 1999, 101: 324~330.
- [12] Altoff D P, Storm G L, Dewalle D R. Day time habitat selection by cotton-tails in central Pennsylvania. *J Wild Manage*, 1997, 61(2):450~459.
- [13] 中山大学生物系,广东省昆虫研究所动物室.海南岛的鸟兽.北京:科学出版社,1983,392~395.
- [14] 马继飞,张恩迪,章叔岩等.清凉峰自然保护区梅花鹿秋季对栖息地利用的初步分析.动物学杂志,2004,39(5):35~39.
- [15] 郑祥,鲍毅新,葛宝明等.黑麂栖息地利用的季节变化.兽类学报,2006,26(2):201~205.
- [16] 盛和林.中国鹿科动物.上海:华东师范大学出版社,1992,164~171.
- [17] 李迪强,蒋志刚,王祖望.普氏原羚的活动规律与生境选择.兽类学报,1999,19(1):17~24.

* 刘振生.海南大田国家级自然保护区赤麂 *Muntiacus muntjak* 生态学研究.东北林业大学博士研究论文,2003,51~74.