

蜂桶寨自然保护区中华姬鼠及社鼠 肥满度的年龄和季节变化

母华强^{①②} 袁施彬^① 张泽钧^{①*} 张明春^① 胡锦涛^①

① 西华师范大学珍稀动植物研究所 南充 637009; ② 珠海市第二中学 珠海 519000

摘要: 肥满度被广泛用于动物生长状况与环境、生存、繁殖等方面的研究。为揭示横断山脉森林环境中中华姬鼠(*Apodemus draco*)和社鼠(*Niviventer confucianus*)肥满度的变化规律及影响原因,我们于2008年4~11月对四川省蜂桶寨国家级自然保护区内中华姬鼠和社鼠肥满度在各年龄组及不同季节中的变化进行了研究。结果显示,中华姬鼠肥满度在各年龄组间的差异显著,其变化趋势为老年组 > 成年组 > 亚成年组 > 幼年组;亚成年组及老年组肥满度在各季节间无显著差异,而在成年组则差异明显,以春季中最高。社鼠肥满度在各年龄组间无显著性差异;亚成年组肥满度在各季节间差异显著,在夏秋季中最低,同时成年组及老年组肥满度在季节间无显著差异。中华姬鼠和社鼠亚成年组、成年组及老年组肥满度与海拔无显著的线性关系。分析认为,中华姬鼠老年组个体可能在应对外界环境方面要强于幼年个体而具有最高的肥满度,成年个体肥满度的季节变化可能受食物资源季节差异和繁殖能量需求的影响;社鼠成年及老年个体能通过相应的季节性调节维持肥满度的稳定,而亚成年个体在调节方面较弱,故其肥满度在夏秋季最低。

关键词: 中华姬鼠;社鼠;肥满度;年龄组;季节

中图分类号: Q494 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2013)06-953-05

Comparison of Relative Fatness for *Apodemus draco* and *Niviventer confucianus* across Age Classes and Seasons in Fengtongzhai Nature Reserve, China

MU Hua-Qiang^{①②} YUAN Shi-Bin^① ZHANG Ze-Jun^{①*} ZHANG Ming-Chun^① HU Jin-Chu^①

① *Institute of Rare Animals and Plants, China West Normal University, Nanchong 637009;*

② *Zhuhai No. 2 High School, Zhuhai 519000, China*

Abstract: Relative fatness index is widely used to uncover the relationship between environment factors and animal individual's survival and reproduction. Changes in relative fatness of *Apodemus draco* and *Niviventer confucianus* across age classes and seasons were investigated from April to December 2008 in Fengtongzhai Nature Reserve, Sichuan province, China. The results showed that differences of the relative fatness between males and females for *A. draco* across age groups were not significant. However, it was significantly different among seasons for their relative fatness, and changed from the highest in olds, higher in adults, lower in sub-adults and then the lowest in juveniles. The relative fatness in sub-adults was not significantly different among

基金项目 国家自然科学基金项目(No. 30670305),四川省青年科技基金项目(No. 07ZQ026-017);

* 通讯作者, E-mail: zhangzj@ioz.ac.cn;

第一作者介绍 母华强,男,硕士;研究方向:动物学;E-mail: muhuaqiang@163.com。

收稿日期:2013-01-27,修回日期:2013-05-20

seasons, contrary for adults which was highest in spring while lower in summer-autumn and winter. For *N. confucianus*, its fatness was not significantly different across age groups. However, for *N. confucianus* sub-adults, their relative fatness was significantly different among seasons. The relative fatness for the two species was not significantly correlated with elevations. Higher relative fatness of *A. draco* in old classes than those in juvenile classes probably implied that the old individual possessed high ability to adapted to changing environment conditions. Meanwhile, the relative fatness of seasonal changes in adults may be affected by availability of food resources and breeding energy demand across seasons. Adult and old individuals of *N. confucianus* can maintain stable relative fatness through some measures. However, regulating ability of *N. confucianus* sub-adult ones is relative weaker, which results in the lowest fatness in summer-autumn.

Key words: *Apodemus draco*; *Niviventer confucianus*; Relative fatness; Age group; Season

肥满度(relative fatness)自Fulton(1902)提出后就常作为动物适应环境的生理和营养状况综合指标,被广泛用于鼠类生长状况与环境、生存、繁殖等方面的研究(Keane et al. 2007, White et al. 2012)。自夏武平等(1963)将鱼类学中应用的肥满度指标 $K = 100 W/L^3$ (W 为体重, L 为体长,单位: g/cm^3)引入到啮齿动物生态研究领域以来,该指标在国内已被广泛用于鼠类肥满度的研究,如小家鼠(*Mus musculus*) (严志堂 1983)、灰仓鼠(*Cricetulus migratorius*) (钟明明等 1984)、社鼠(*Niviventer confucianus*) (高枫等 1995)、黑线姬鼠(*Apodemus agrarius*) (杨再学 1995, 杨天佑 2001, 郑元利等 2003)、高山姬鼠(*A. chevrieri*) (杨再学等 2000)、长爪沙鼠(*Meriones unguiculatus*) (刘伟等 2003)、大沙鼠(*Rhombomys opimus*) (张忠兵等 2002)以及黑腹绒鼠(*Eothenomys melanogaster*) (杨再学等 2009)等。

中华姬鼠(*A. draco*)和社鼠同为啮齿目(Rodentia)鼠科(Muridae)动物,在我国广泛分布(胡锦涛 2007),在横断山脉大部分地区亦是一常见种。为揭示中华姬鼠和社鼠肥满度的变化规律及影响因素,我们对处于横断山脉中部的四川省宝兴县蜂桶寨国家级自然保护区两物种在各年龄组及不同季节间的变化规律进行了研究。

1 研究方法

1.1 研究地区概况 蜂桶寨自然保护区(N 30°19' ~ 30°47', E102°48' ~ 103°00')位于横断

山脉中段的四川宝兴县境内,属青藏高原向四川盆地过渡的高山峡谷地带,总面积约 390.39 km²。年均降雨量达 700 ~ 1 300 mm,年均相对湿度达 79% ~ 83%。终年潮湿多雾,年均日照时数仅 967.1 h。根据保护区的气候和物候,可将一年划分为 3 个季节:4、5、6 月份为春季,7、8、9、10 月份为夏秋季,11、12、1、2、3 月份为冬季(Zhang et al. 2004, 2006)。

1.2 样本的获取及处理 所有样本于 2008 年 4 ~ 11 月在蜂桶寨自然保护区捕获。在捕获的过程中,以干炒玉米籽为饵料,用中型铁板鼠铗采用样线法单线布铗(从沟底开始布铗,向上延伸直到山脊),铗距 5 m。采用铗夜法,头天下午布铗,第二天下午收铗。在保证样线不重复的前提下,在海拔 1 300 ~ 3 800 m 范围内共布置 42 条样线,共 9 000 余个铗日。

用海拔计测量并记录个体捕获点所在海拔。将捕获个体带回室内,进行性别鉴定并称体重(body weight)(精度 0.1 g),用直尺(精度 0.1 mm)测量体长(body length)等量度。利用公式 $K = 100 W/L^3$ 计算其肥满度。

据上颌臼齿磨损程度,将中华姬鼠和社鼠划分为 4 个年龄组(罗泽珣 1963, 罗泽珣等 1965),即幼年组(juvenile group)、亚成年组(subadult group)、成年组(adult group)和老年组(old group)。

1.3 数据分析 在测量中发现中华姬鼠和社鼠成年及老年个体中孕鼠与非孕雌鼠身体量度差异不显著,故肥满度分析时未加区分。采用 Kolmogorov-Smirnov test 检验数据是否呈正态

性分布。如数据呈正态分布,采用单因素方差分析(One-way ANOVA)检验肥满度在各年龄组及季节间的差异性;反之则用非参数检验(Kruskal-Wallis H)进行。对年龄间及季节间肥满度的多重比较,若方差齐次,用 Bonferroni test 进行,否则,则采用 Dannet' T3 test。最后,通过 Pearson 相关系数分析个体肥满度与海拔之间的相关关系。所有统计分析在 SPSS 13.0 中进行,显著度水平设为 0.05(双尾检验)。

2 结果

分析发现,在各年龄组中,中华姬鼠和社鼠肥满度在雌、雄性别间均无显著性差异(One-way ANOVA)。中华姬鼠,幼年组: $F_{1,5} = 0.010$, $P = 0.941$;亚成年组: $F_{1,46} = 0.062$, $P = 0.815$;成年组: $F_{1,124} = 0.247$, $P = 0.638$;老年组: $F_{1,44} = 1.324$, $P = 0.265$ 。社鼠,幼年组: $F_{1,4} = 1.001$, $P = 0.374$;亚成年组: $F_{1,72} = 3.772$, $P = 0.063$;成年组: $F_{1,78} = 3.084$, $P = 0.082$;老年组: $F_{1,33} = 0.002$, $P = 0.985$ 。为此,在随后的分析中,将中华姬鼠和社鼠雌雄数据合并进行。

2.1 肥满度的年龄差异 中华姬鼠肥满度在各年龄组间差异显著(ANOVA, $F_{3,224} = 4.758$, $P = 0.001$)(表 1),变化趋势为:老年组 > 成年组 > 亚成年组 > 幼年组,以老年组的肥满度最高(3.22),而以幼年组最低,仅为 2.69。经多重比较结果显示,老年组与幼年组和亚成年组间差异显著($P < 0.05$);而其他各年龄组间无显著差异($P > 0.05$)(表 1)。

与中华姬鼠不同的是,社鼠幼年组的肥满度最高,为 3.16,但肥满度在各年龄组间无显著性差异(ANOVA $F_{3,191} = 2.396$, $P = 0.072$)(表 2)。

2.2 肥满度的季节变化 由表 3 可知,中华姬鼠各年龄组肥满度均表现为春季高于其他季节。亚成年组肥满度在各季节之间无显著差异($F_{2,45} = 1.094$, $P = 0.341$)。成年组肥满度在各季节间差异显著($F_{2,123} = 5.292$, $P = 0.006$),以春季最高(3.17),夏秋季(2.88)及冬季(2.99)较低,春季与夏秋季之间的差异达

表 1 中华姬鼠肥满度在各年龄组间的变化

Table 1 Comparison of relative fatness in *Apodemus draco* across age classes through One-way ANOVA

年龄组 Age groups	样本数 Samples	肥满度 Relative fatness	结果 Result
幼年 Juvenile	7	2.69 ± 0.44 ^d	$F_{3,224} = 4.758$, $P = 0.001$
亚成年 Subadult	49	2.94 ± 0.37 ^d	
成年 Adult	126	3.02 ± 0.46	
老年 Old	46	3.22 ± 0.50 ^{ab}	

数据以平均值 ± 标准差表示;同一列数值后有不同字母者表示差异显著($P < 0.05$)。

Data are expressed as Mean ± SD, difference of the values in the same column with different letters is significant ($P < 0.05$).

表 2 社鼠肥满度在各年龄组间的变化

Table 2 Comparison of relative fatness in *Niviventer confucianus* across age classes through One-way ANOVA

年龄组 Age groups	样本数 Samples	肥满度 Relative fatness	结果 Result
幼年 Juvenile	6	3.16 ± 0.27	$F_{3,191} = 2.396$, $P = 0.072$
亚成年 Subadult	74	2.70 ± 0.39	
成年 Adult	80	2.69 ± 0.37	
老年 Old	35	2.76 ± 0.62	

数据以平均值 ± 标准差表示。

Data are expressed as Mean ± SD.

到显著水平($P < 0.05$)。此外,老年组肥满度在各季节之间的差异接近显著性水平($P = 0.052$)。

社鼠亚成年组肥满度在各季节间差异显著($F_{2,71} = 3.142$, $P = 0.049$)(表 4),冬季最高(2.83),夏秋季最低(2.60),二者差异达到显著水平($P < 0.05$)。成年组及老年组肥满度在季节间无显著差异($P > 0.05$)。

2.3 肥满度与海拔之间的关系 由于幼年个体样本少,因此未进行该年龄组肥满度与海拔之间的相关分析。对其他年龄组的相关分析表明,中华姬鼠亚成年组和老年组个体肥满度与海拔之间无显著相关关系,亚成年组 $r = -0.011$, $P = 0.933$ ($n = 49$),老年组 $r = -0.014$, $P = 0.975$ ($n = 46$),仅成年组接近显著性水平, $r = -0.172$, $P = 0.063$ ($n = 126$)。社鼠亚成年组和成年组个体肥满度与海拔间相关性不显著,亚成年组 $r = -0.124$, $P = 0.311$ ($n = 74$),成年组 $r = -0.102$, $P = 0.375$ ($n = 80$),仅老年组接近显著性水平, $r = -0.141$, $P = 0.053$ ($n = 35$)。

表 3 中华姬鼠肥满度在各季节中的变化

Table 3 Comparison of relative fatness in *Apodemus draco* across seasons through One-way ANOVA

年龄组 Age groups	春季 Spring		夏秋季 Summer-Autumn		冬季 Winter		结果 Result
	样本数 Samples	肥满度 Relative fatness	样本数 Samples	肥满度 Relative fatness	样本数 Samples	肥满度 Relative fatness	
亚成年 Subadult	8	3.09 ± 0.28	24	2.96 ± 0.44	16	2.87 ± 0.27	$F_{2,45} = 1.094, P = 0.341$
成年 Adult	50	3.17 ± 0.52 ^b	48	2.88 ± 0.37 ^a	28	2.99 ± 0.39	$F_{2,123} = 5.292, P = 0.006$
老体 Old	34	3.30 ± 0.49	12	2.98 ± 0.45			$F_{1,44} = 3.985, P = 0.052$

数据以平均值 ± 标准差表示; 同一行数值后有不同字母者表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Data are expressed as Mean ± SD, difference of the values in the same line with different letters is significant ($P < 0.05$).

表 4 社鼠肥满度在各季节中的变化

Table 4 Comparison of relative fatness in *Niviventer confucianus* across seasons through One-way ANOVA

年龄组 Age groups	春季 Spring		夏秋季 Summer-Autumn		冬季 Winter		结果 Result
	样本数 Samples	肥满度 Relative fatness	样本数 Samples	肥满度 Relative fatness	样本数 Samples	肥满度 Relative fatness	
亚成年 Subadult	3	2.72 ± 0.07	40	2.60 ± 0.32 ^c	31	2.83 ± 0.46 ^b	$F_{2,71} = 3.142, P = 0.049$
成年 Adult	24	2.77 ± 0.46	29	2.69 ± 0.34	27	2.61 ± 0.29	$F_{2,77} = 1.133, P = 0.335$
老体 Old	13	2.82 ± 0.65	14	2.87 ± 0.68	8	2.44 ± 0.31	$F_{2,32} = 1.381, P = 0.272$

数据以平均值 ± 标准差表示; 同一行数值后有不同字母者表示差异显著 ($P < 0.05$)。

Data are expressed as Mean ± SD, and difference of the values in the same line with different letters is significant ($P < 0.05$).

3 讨论

动物的身体状况常与年龄有关。从鼠类肥满度的研究报道来看, 部分物种的肥满度无明显年龄上的差异(夏武平等 1963, 严志堂 1983, 马建章等 2002, 郑元利等 2003, 杨再学等 2009), 而有些物种则是幼年个体大于成年个体, 如布氏田鼠 (*Microtus brandti*) (房继明等 1995)、黄胸鼠 (*Rattus flavipectus*) (周朝霞等 2007) 和长爪沙鼠 (刘伟等 2003) 等。然而, 与上述报道结果不同的是, 本地区中华姬鼠老年个体肥满度显著高于幼年个体(表 1), 这可能与老年个体在诸如运动、体温调节、对外界刺激的反应以及消化等生理机能方面强于幼年个体有关(Heikura 1977)。

鼠类的肥满度多存在明显的季节性变化, 如红背鼯 (*Clethrionomys rutilus*) (夏武平等 1963)、黑线姬鼠 (郑元利等 2003, 杨再学 1995)、黄胸鼠(周朝霞等 2007)、社鼠(高枫等 1995, 1996)、布氏田鼠(房继明等 1995)、大仓鼠 (*Cricetulus triton*) (李晓晨等 1992) 以及大沙鼠 (张忠兵等 2002) 等, 仅黑腹绒鼠肥满度的季

节性变化不明显(杨再学等 2009)。大多研究认为, 不同季节中的食物资源(高枫等 1995, 杨再学等 1995, 郑元利等 2003, 周朝霞等 2007)、气温(李晓晨等 1992, 鲍毅新等 2000, 郑元利等 2003, 周朝霞等 2007)、繁殖(李晓晨等 1992, 杨再学等 1995, 高枫等 1996)、海拔(高枫等 1996) 及降雨(鲍毅新等 2000) 等都可影响到动物的肥满度。在本研究中, 中华姬鼠肥满度以春季中最高(表 3), 这可能与春季环境中其摄食的肉类食物比例较高所致(母华强等 2012); 较高蛋白质的摄入有利于鼠类体重及身体脂肪的增加和积累(Thonney et al. 1987)。此外, 中华姬鼠成年个体肥满度的季节性变化特点可能反映了在进入繁殖期(春季)时, 其营养状况处于最佳状态(夏武平等 1963, 钟明明等 1984, 房继明等 1995), 而在冬季则有育肥的现象(房继明等 1995)。这表明, 中华姬鼠成年个体肥满度的季节变化可能受食物资源类型及自身繁殖状况的影响。

鼠类在其种群数量相对较低时, 往往具有较高的肥满度, 而在种群数量相对较高时, 因个体之间竞争压力加剧, 将导致个体营养状态的下

降,肥满度降低(刘伟等 2003)。已有研究显示,研究区域内社鼠在食谱组成上存在明显的季节性变化(母华强等 2012),且在春末及夏秋季的繁殖期中种群密度较大。为此,保护区内社鼠成年及老年个体在面对食物资源及个体竞争等方面能够通过相应的调节而维持肥满度的稳定。对亚成年个体而言,当在夏秋季种群密度较大时,个体之间竞争加剧,且相对于成年个体或老年个体在搜寻、获得食物等方面处于劣势,从而可能导致了个体相对较差营养状态的出现。

气温和食物资源往往沿着海拔梯度发生明显的变化,海拔的不同进而可能影响动物身体肥满度的变化,这在雌性社鼠中得到了体现(高枫等 1996)。在本项研究中,中华姬鼠分布的海拔范围较社鼠为高。虽然不同海拔梯度上中华姬鼠和社鼠在食物资源可获得性方面存在差异(母华强等 2012),但两物种个体肥满度与海拔之间的相关性并不显著的现象可能表明在应对沿海拔梯度的气温与食物资源变化方面,中华姬鼠和社鼠能够通过一定调节机制维持身体肥满度的稳定。

致谢 本研究得到蜂桶寨自然保护区管理局董伟、杨本清、王明华、罗洪等的大力支持,保护站的冯旭、张先林、张玉斌、何代康、何永清等管理人员协助完成野外工作,同时研究生张明春在样本采集中给予帮助,在此一并致谢!

参 考 文 献

Fulton T W. 1902. The rate of growth of seashes. 20th Annual Report of the Fisher Board of Scotland, (3): 326-446.

Heikura K. 1977. Effects of climatic factors on the field vole *Microtus agrestis*. *Oikos*, 29(3): 607-615.

Keane B, Bryant L, Goyal U, et al. 2007. No effect of body condition at weaning on survival and reproduction in prairie voles. *Canadian Journal of Zoology*, 85(6): 718-727.

Thonney M L, Ross D A. 1987. Composition of gain of rats fed low or high protein diets and grown at controlled rates from 80 to 205 grams. *Journal of Nutrition*, 117(12): 2135-2141.

White A J, Poulin R J, Wissel B, et al. 2012. Agricultural land use alters trophic status and population density of deer mice (*Peromyscus maniculatus*) on the North American Great Plains. *Canadian Journal of Zoology*, 90(7): 868-874.

Zhang Z J, Wei F W, Li M, et al. 2004. Microhabitat separation during winter among sympatric giant pandas, red pandas and

tufted deer: the effects of diet, body size, and energy metabolism. *Canadian Journal of Zoology*, 82(9): 1451-1458.

Zhang Z J, Wei F W, Li M, et al. 2006. Winter microhabitat separation between giant and red pandas in *Bashania faberi* bamboo forest in Fengtongzhai Nature Reserve. *Journal of Wildlife Management*, 70(1): 231-235.

鲍毅新, 杜卫国. 2000. 社鼠肥满度与气候环境的关系. *浙江师大学报: 自然科学版*, 23(3): 287-290.

房继明, 孙儒泳, 刘志龙. 1995. 布氏田鼠肥满度分析和小型兽类肥满度指标 K 与 K_{ul} (重长指标) 的比较. *动物学报*, 41(2): 141-148.

高枫, 鲍毅新. 1995. 舟山岛与金华北山社鼠肥满度的比较与分析. *兽类学报*, 15(4): 309, 272.

高枫, 鲍毅新. 1996. 社鼠肥满度的研究. *浙江师大学报: 自然科学版*, 19(1): 53-56.

胡锦涛. 2007. 哺乳动物学. 北京: 中国教育出版社, 192-194.

李晓晨, 王廷正, 刘加坤. 1992. 大仓鼠肥满度的研究. *兽类学报*, 12(3): 275-279.

刘伟, 宛新荣, 王广和, 等. 2003. 长爪沙鼠肥满度的年龄和季节特征. *兽类学报*, 23(2): 139-144.

罗泽珣. 1963. 大兴安岭及三江平原黑线姬鼠的种群年龄组成. *动物学报*, 15(3): 382-396.

罗泽珣, 范志勤. 1965. 川西林社鼠与白腹鼠种间差异的探讨. *动物学报*, 17(3): 334-341.

马建章, 李俊生. 2002. 大、小兴安岭林区松鼠肥满度的比较. *东北林业大学学报*, 30(3): 32-34.

母华强, 曹姗姗, 古晓东, 等. 2012. 蜂桶寨自然保护区中华姬鼠和社鼠食性的季节变化及与肠道长度的关系. *兽类学报*, 32(1): 42-47.

夏武平, 孙崇瀚. 1963. 红背鼯 肥满度的研究. *动物学报*, 15(1): 33-43.

严志堂. 1983. 小家鼠的肥满度研究. *兽类学报*, 3(2): 173-180.

杨天佑. 2001. 农田黑线姬鼠肥满度研究初报. *植物医生*, 14(5): 36.

杨再学. 1995. 黑线姬鼠肥满度的研究. *兽类学报*, 15(1): 73-74.

杨再学, 郭仕平. 1995. 褐家鼠肥满度的研究. *生态学杂志*, 14(6): 25-28.

杨再学, 金星, 龙贵兴. 2000. 高山姬鼠肥满度的研究. *贵州农业科学*, 28(5): 18-20.

杨再学, 郑元利, 郭永旺, 等. 2009. 黑腹绒鼠肥满度和胴体重长指标变化规律. *贵州农业科学*, 37(3): 58-61.

张忠兵, 赵天飙, 曹广成, 等. 2002. 大沙鼠肥满度的研究. *中国媒介生物学及控制杂志*, 13(4): 250-252.

郑元利, 杨再学. 2003. 黑线姬鼠肥满度的季节变化研究. *贵州农业科学*, 31(2): 12-15.

钟明明, 严志堂. 1984. 灰仓鼠(*Cricetulus migratorius* Pallas) 肥满度的研究. *兽类学报*, 4(4): 273-282.

周朝霞, 吴祥, 李立平. 2007. 黄胸鼠肥满度变化的特征分析. *贵州农业科学*, 35(2): 69-70.