

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第3期 Vol.33 No.3 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 3 期 2013 年 2 月 (半月刊)

目 次

生态系统服务功能模拟与管理

- 保障自然资本与人类福祉:中国的创新与影响 Gretchen C. Daily, 欧阳志云, 郑 华, 等 (669)
- 建立我国生态补偿机制的思路与措施 欧阳志云, 郑 华, 岳 平 (686)
- 区域生态合作机制下的可持续农户生计研究——以“稻改旱”项目为例 梁义成, 刘 纲, 马东春, 等 (693)
- 生态系统服务功能管理研究进展 郑 华, 李屹峰, 欧阳志云, 等 (702)
- 白洋淀流域生态系统服务评估及其调控 白 杨, 郑 华, 庄长伟, 等 (711)
- 汶川地震灾区生物多样性热点地区分析 徐 佩, 王玉宽, 杨金凤, 等 (718)
- 土地利用变化对生态系统服务功能的影响——以密云水库流域为例 李屹峰, 罗跃初, 刘 纲, 等 (726)
- 森林生态效益税对陕西省产业价格水平的影响 黎 洁, 刘峥男, 韩秀华 (737)
- 海南岛生态系统土壤保持功能空间特征及影响因素 饶恩明, 肖 燚, 欧阳志云, 等 (746)
- 居民对文化林生态系统服务功能的认知与态度 高 虹, 欧阳志云, 郑 华, 等 (756)
- 青海省三江源自然保护区生态移民补偿标准 李屹峰, 罗玉珠, 郑 华, 等 (764)
- 张家界武陵源风景区自然景观价值评估 成 程, 肖 燚, 欧阳志云, 等 (771)
- 国家生态保护重要区域植被长势遥感监测评估 侯 鹏, 王 桥, 房 志, 等 (780)
- 都江堰市水源涵养功能空间格局 傅 斌, 徐 佩, 王玉宽, 等 (789)
- 汶川地震重灾区生态系统碳储存功能空间格局与地震破坏评估 彭 怡, 王玉宽, 傅 斌, 等 (798)

前沿理论与学科综述

- “波特假说”——生态创新与环境管制的关系研究述评 董 颖, 石 磊 (809)
- 生态环境保护与福祉 李惠梅, 张安录 (825)
- 丛枝菌根真菌最新分类系统与物种多样性研究概况 王宇涛, 辛国荣, 李韶山 (834)

个体与基础生态

- “蒸发悖论”在秦岭南北地区的探讨 蒋 冲, 王 飞, 刘思洁, 等 (844)
- 内蒙古荒漠草原主要草食动物食性及其营养生态位 刘贵河, 王国杰, 汪诗平, 等 (856)
- 基于面向对象及光谱特征的植被信息提取与分析 崔一娇, 朱 琳, 赵力娟 (867)
- 桉树叶片光合色素含量高光谱估算模型 张永贺, 陈文惠, 郭乔影, 等 (876)
- 枫杨幼苗对土壤水分“湿-干”交替变化光合及叶绿素荧光的响应 王振夏, 魏 虹, 吕 茜, 等 (888)
- 模拟淹水对杞柳生长和光合特性的影响 赵竑绯, 赵 阳, 张 驰, 等 (898)
- 梨枣花果期耗水规律及其与茎直径变化的相关分析 张琳琳, 汪有科, 韩立新, 等 (907)
- 基于上部叶片 SPAD 值估算小麦氮营养指数 赵 犇, 姚 霞, 田永超, 等 (916)

种群、群落和生态系统

- 我国南亚热带几种人工林生态系统碳氮储量 王卫霞, 史作民, 罗 达, 等 (925)

低效柏木纯林不同改造措施对水土保持功能的影响..... 黎燕琼,龚固堂,郑绍伟,等 (934)

浙江紧水滩水库浮游植物群落结构季节变化特征..... 张 华,胡鸿钧,晁爱敏,等 (944)

黑龙江凤凰山国家级自然保护区野猪冬季容纳量及最适种群密度 孟根同,张明海,周绍春 (957)

云南苍山火烧迹地不同恢复期地表蜘蛛群落多样性..... 马艳滢,李 巧,冯 萍,等 (964)

景观、区域和全球生态

基于综合气象干旱指数的石羊河流域近 50 年气象干旱特征分析 张调风,张 勃,王有恒,等 (975)

基于 CLUE-S 模型的湟水流域土地利用空间分布模拟 冯仕超,高小红,顾 娟,等 (985)

研究简报

三大沿海城市群滨海湿地的陆源人类活动影响模式..... 王毅杰,俞 慎 (998)

洋河水库富营养化发展趋势及其关键影响因素..... 王丽平,郑丙辉 (1011)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 350 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 36 * 2013-02



封面图说:卧龙自然保护区核桃坪震后——汶川大地震是新中国成立以来破坏性最强、波及范围最大的一次地震,地震的强度、烈度都超过了 1976 年的唐山大地震。在这次地震中,震区的野外大熊猫受到不同程度的影响,卧龙自然保护区繁育中心的赠台大熊猫团团、圆圆居住的屋舍上方巨石垮塌,房舍全部毁坏,只因两只熊猫在屋外玩耍逃过一劫。不过,圆圆一度因惊恐逃走,失踪 5 天后才被找回来。由于繁育基地两面山体滑坡,竹子短缺等原因,繁育基地只能将大熊猫全部转移下山。

彩图提供:陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201206180870

孟根同, 张明海, 周绍春. 黑龙江凤凰山国家级自然保护区野猪冬季容纳量及最适种群密度. 生态学报, 2013, 33(3): 0957-0963.

Meng G T, Zhang M H, Zhou S C. Winter carrying capacity and the optimum population density of wild boar in fenghuang Mountains National Nature Reserve of Heilongjiang Province. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(3): 0957-0963.

黑龙江凤凰山国家级自然保护区野猪冬季容纳量 及最适种群密度

孟根同¹, 张明海^{1,*}, 周绍春²

(1. 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040; 2. 黑龙江省野生动物研究所, 哈尔滨 150081)

摘要:近年黑龙江省凤凰山国家级自然保护区野猪数量不断增长, 人猪冲突加剧, 保护区资源保护管理工作面临较大管理压力。为确定野猪种群的实际数量, 同时评估该保护区的野猪的容纳量水平, 以便为保护区管理局针对野猪的管理提供相关指导意见。2009–2010 年冬季, 在保护区采用样带调查、雪地足迹链跟踪和观察食痕的方法, 并结合已有野猪生态研究确定野猪食性。野猪主要食物种类包括: 木贼 (*Equisetum hiemale*)、红松 (*Pinus koraiensis*) 果实松籽、胡桃楸 (*Juglans mandshurica*) 果实核桃、蒙古栎 (*Quercus mongolica*) 果实橡子、稠李 (*Padus racemosa*)、榛子 (*Corylus heterophylla*)、苔草 (*Carex* spp.)、辽东楸木 (*Aralia elata*)。研究期间共布设长 3—5 km、单侧宽度 50 m、总长 134 km 的样带 30 条。调查中, 每隔 200 m 布设 10 m × 10 m 的大样方, 并在每个大样方中央及四角布设 1 m × 1 m 的小样方, 共布设大样方 350 个, 小样方 1 750 个。通过样方调查, 统计野猪栖息生境当年可食植物枝条及其食物种类, 然后计算其食物的总供给量, 再结合食物营养成分, 通过粗蛋白、粗纤维、粗脂肪的能量转换, 按照每克粗蛋白和粗纤维的能量转换系数为 16.74 kJ、每克粗脂肪的能量转换系数为 37.66 kJ, 确定野外生境食物总能量供给。结合野猪冬季日营养需求, 以能量为基础估算保护区野猪的营养容纳量。在种群密度调查过程中, 通过足迹链判断个体方法为: 单一清晰足迹链确定为一个体所留, 30 m 内多条足迹穿越同一样带被认为是一个野猪群所留, 调查中根据个体分开时的足迹链数确定野猪个体数, 同时将粪便、卧迹、啃食痕迹作为个体判断的辅助信息。

研究表明: 凤凰山保护区内能够提供的总能量为 7.375×10^7 MJ, 冬季平均每头野猪生存所需能量为 $(14\,677.698 \pm 409.92)$ MJ, 野猪营养容纳量为 $(1\,006 \pm 28)$ 头, 种群密度为 (3.79 ± 0.11) 头/km²。此外, 调查中发现 30 余个野猪套及 2 头野猪被猎杀现场, 反应出当地的人猪冲突较为严重。结合调查中发现的野猪套数量及野猪被猎杀概率, 对野猪种群数量引入 20% 的死亡风险系数。最终确定凤凰山野猪种群的最适数量在 (603 ± 17) 头左右, 最适密度为 (2.27 ± 0.06) 头/km²。通过样带法调查得出凤凰山自然保护区实际野猪种群数量为 (596 ± 155) 头, 密度 (2.24 ± 0.58) 头/km², 已趋近营养容纳量。因此, 野猪并未过量, 不能采取狩猎等降低种群数量的措施, 同时保护区也应应对野猪种群进行持续监控, 防止野猪种群过度繁殖以至成灾。

关键词: 野猪; 冬季; 容纳量; 种群最适密度; 样带法

Winter carrying capacity and the optimum population density of wild boar in fenghuang Mountains National Nature Reserve of Heilongjiang Province

MENG Gentong¹, ZHANG Minghai^{1,*}, ZHOU Shaochun²

1 College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China

2 Wildlife Research Institute of Heilongjiang Province, Harbin 150081, China

Abstract: Growing density of wild boar (*Sus scrofa*) led to human-wild boar conflict in Fenghuang Mountains National Nature Reserve. Aiming at determining density of wild boar and estimating the nutritional carrying capacity, on one hand we

基金项目: “十一五”林业科技支撑计划 (2008BADB0B0304)

收稿日期: 2012-06-18; 修订日期: 2012-11-19

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhangminghai2004@126.com

performed a study to analyze forage components of wild boar by line transect backward snow track survey, former records and observe method to identified food habit in field survey during late winter to early spring of 2009 and 2010 in the reserve; and on the other hand, available plants biomass was analyzed.

We located 30 line transects, (total length 134km) each width for 100 meters, length for 3—5km. On each line transect, we designed large sample plots (10m * 10m) at 200m intervals, and each large sample plot was partitioned into five small sample plots (1m*1m). When tracing backward the snow tracks, we identified as one individual, while, what if we met several tracks left on the same transect between 30m, we followed until they parted away and the number was clear enough for counting. Nutritional carrying capacity of wild boar was determined and calculated by total energy from integrating data of crude protein, fiber and crude fat. Per gram crude protein and fiber equals to 16.74kJ and crude fat 37.66kJ respectively. The daily energy requirement of each wild boar was based on the research of the domestic pig. Also the data of fecals, bedding sites, feeding sites of wild boar were collected as ancillary factors to get more precise results.

Results showed that wild boars fed mainly on *Equisetum hiemale*, *Pinus koraiensis*, *Juglans mandshurica*, *Quercusmongolica*, *Padus racemosa*, *Corylus heterophylla*, *Carex* spp. and *Aralia elata*. The nature reserve could provide 7.375×10^7 MJ energy for wild boar population and the energy requirement of every wild boar was $(14\,677.698 \pm 409.92)$ MJ in winter. According to energy from habitat and that required by wild boar, we figured out that the winter nutritional carrying capacity and optimum population density of wild boar should be $1\,006 \pm 28$ individuals and (3.79 ± 0.11) ind/km² respectively. However, we found more than 30 iron knots made for trapping wild boar and 2 individuals were poached by local people during the field survey. Therefore, we added 20% risk coefficient to get a more precision result, considering the death of wild boar from human disturbance (such as poaching and trapping). In this condition, the optimum population of wild boar should be at about (603 ± 17) individuals and the optimum population density was (2.27 ± 0.06) individuals/km². Finally we found out the actual population size of wild boar was 596 ± 155 ((2.24 ± 0.58) ind/km²), and habitat carrying capacity was around actual population size of wild boar. We suggested that the wild boar couldn't be hunted and managers should take actions to prevent habitat degeneration by wild boar overabundance.

Key Words: wild boar; winter; carrying capacity; population density; line transect survey

野猪(*Sus scrofa*)是中型有蹄类动物,也是重要的经济动物之一。近年来,随着社会环境保护意识的增强,保护区对野生动物资源保护力度的不断加大,野猪以其适应性强、繁殖力高等特性种群数量不断增加。许多地区如黑龙江、吉林、广东、河北、河南、四川、甘肃等地出现了野猪毁田、毁林的事件^[1],保护区内由于野猪破坏农田造成人猪冲突矛盾逐年加剧,偷猎野猪现象时有发生,保护区管理部门面临野猪保护和管理的难度日益加大。因此,开展与野猪容纳量相关的生态学研究迫在眉睫。

容纳量是指特定生境条件下生态系统所能维持特定种群的最大数量,最早由 Leopold 提出^[2]。营养容纳量属容纳量的范畴,主要是以物种生境所能提供能量和种群个体的平均能量需求为基础进行估算^[3]。国内外对野猪生态学的研究主要包括野猪的食性、活动方式、种间竞争、家域、生境选择、野猪对农作物的危害等^[4-9],尚未见有对野猪容纳量的研究报道。鉴于对野猪保护与狩猎的争论日益激烈,于 2009—2010 年冬季在黑龙江省凤凰山国家级自然保护区进行了野外调查,旨在利用生态学、行为学、营养学和统计学的方法对保护区野猪冬季营养容纳量和最适种群密度进行估算,为保护区管理部门对野猪的管理提供指导。

1 研究地区概况

凤凰山国家级自然保护区位于黑龙江省鸡东县南部长白山系完达山脉低山丘陵地带,以西南岔林场施业区为主,包括平房林场、四山林场、凤凰山林场和平阳苗圃部分施业区(E130°58'11"—131°18'50", N45°52'03"—45°05'28"),总面积 26 570hm²。

凤凰山国家级自然保护区地处中纬度地区,具有明显的季风气候特征。无霜期 110d 左右,平均降雨量

430—470mm,降雪期在 10 月中旬至翌年 4、5 月份。主要森林类型为温带针阔混交林,主要树种为赤松(*Pinus densiflora*)、红松(*Pinus koraiensis*)、东北红豆杉(*Taxus cuspidata*)、蒙古栎(*Quercus mongolica*)、白桦(*Betula platyphylla*)、黑桦(*Betula davurica*)、山杨(*Pobulus davidiana*)等,具有完达山山脉低山丘陵地带森林群落特征。主要保护动物有东方白鹳(*Ciconia boyciana*)、白尾海雕(*Haliaeetus albicilla*)、金雕(*Aquila chrysaetos*)、东北豹(*Panthera pardus orientalis*)、东北虎(*Panthera tigris altaica*)、原麝(*Moschus moschiferus*)等。

2 研究方法

2.1 种群密度及其数量调查方法

2009 年 12 月—2010 年 3 月积雪覆盖期,在凤凰山国家级自然保护区依据不同生境类型进行随机抽样调查,收集野猪足迹链的方法计算其种群密度和种群数量,布设样带覆盖所有生境类型。每条样带调查均由一名当地野外经验丰富的向导和一名专业人员共同完成。研究期间共布设长 3—5km、单侧宽度 50m、总长 134 km 的样带 30 条。在野外调查过程中,通过足迹链判断个体方法为:单一清晰足迹链确定为一个体所留,30m 内多条足迹穿越同一样带被认为是一个野猪群所留,调查中根据个体分开时的足迹链数确定野猪个体数,同时将粪便、卧迹、啃食痕迹作为个体判断的辅助信息^[10]。在进行野猪种群密度计算时,本研究参照完达山东部林区东北虎猎物调查方法^[11]。计算方法如下^[12]:

(1) 样带中野猪的平均密度

$$\bar{D} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i \quad (1)$$

式中, $\bar{D}$ 为调查样带中野猪的平均密度, D_i 为第 i 条样带中野猪密度, n 为调查样带总数。密度计算单位为头/km²。

(2) 野猪分布密度的置信区间

$$\bar{\bar{D}} = \bar{D} \pm tSD / \sqrt{n-1} \quad (2)$$

式中, $\bar{\bar{D}}$ 为野猪分布密度的置信区间(置信概率 $P=95\%$,自由度 $f=n-1$, SD 为标准差, t 为 Student's 分布表的值); n 为调查样带总数。

(3) 保护区野猪数量

$$N = \bar{D} \times A \quad (3)$$

式中, A 为保护区总面积, N 为保护区野猪数量。

(4) 调查精度

$$P = (1 - \frac{tSD}{\sqrt{n-1}} / \bar{D}) \quad (4)$$

2.2 营养容纳量计算方法

营养容纳量

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i \times F_i)}{(R_q \times D) - E_n} \quad (5)$$

式中, K 为营养容纳量(头); n 为主要食物种类; B_i 为主要食物 i 的可食食物量(kg); F_i 为主要食物 i 的营养含量(以代谢能为基础时,单位为 kJ/kg); R_q 为动物个体需要量(以代谢能为基础时,单位为 kJ/d); D 为动物占据冬季生境的天数(d); E_n 为营养物质的内源储存(以代谢能为基础时,单位为 kJ)^[13]。

2.3 生境食物量调查

本研究首先将食物资源划分为果实类和草-木本类。样带调查中,每隔 200 m 布设 10 m×10 m 的大样方,并在每个大样方中央及四角布设 1 m×1 m 的小样方,共布设大样方 350 个,小样方 1750 个。

在每个大样方内记录红松、胡桃楸、稠李的棵数及胸径,得出平均胸径,结合林场采摘记载数据,相应胸径

不同树种当年果实产量计算其果实总产量;蒙古栎生物量结合我国东北地区蒙古栎林生物量及生产力的研究成果计算其果实资源产量^[14];榛子生物量由林场记录数据计算(当年种植榛子面积 1000 hm²,总产量 380000.77kg)。在草本类食物资源调查中,截取大样方近地面 2.5m 以下辽东槲木当年生长的嫩枝枝条并进行称重,得出单位面积生物量;将每个大样方中 1 m×1 m 小样方内的木贼、苔草地上部分全部收割,并进行分装和称重,得出单位面积生物量。

2.4 野猪食物能量含量

结合野外的野猪啃食痕迹,参考王文等的研究,确定野猪主要食物种类为木贼(*Equisetum hiemale*)、红松(*Pinus koraiensis*)果实松籽、胡桃楸(*Juglans mandshurica*)果实核桃、蒙古栎(*Quercusmongolica*)果实橡子、稠李(*Padus racemosa*)、榛子(*Corylus heterophlla*)、苔草(*Carex* spp.)、辽东槲木(*Aralia elata*)^[4]。根据已有的报道汇总出野猪主要食物的营养含量。

按照每克粗蛋白和粗纤维的能量转换系数为 16.74kJ、每克粗脂肪的能量转换系数为 37.66 kJ^[15],得出野猪食物的营养成分及能量含量结果(表 1)。



图 1 样线布设图
Fig. 1 The forest line

表 1 野猪食物营养成分
Table 1 The food nutritions of wild boar

种类 Items	能量/(kJ/kg) Energy	粗蛋白/% Crude protein	粗脂肪/% Crude fat	粗纤维/% Crude fiber
蒙古栎 <i>Quercusmongolica</i>	4772.35	8.52	4.56	9.73 ^[16]
胡桃楸 <i>Juglans mandshurica</i>	20165.88	12.03	24.29	53.79 ^[17]
红松 <i>Pinus koraiensis</i>	24814.36	23.4	53.8	3.8 ^[18]
稠李 <i>Corylus heterophlla</i>	5489.72	11.33	3.34	13.95 ^[17]
榛子 <i>Corylus heterophlla</i>	20176.8	6.82	51.86	31.45 ^[19]
辽东槲木 <i>Aralia elata</i>	11765.29	40.79	6.21	15.94 ^[17]
苔草 <i>Carex</i> spp.	7085.08	6.2	2.5	30.5 ^[16]
木贼 <i>Equisetum hiemale</i>	9045.12	8.23	10.37	22.47 ^[17]

2.5 确定冬季野猪日营养需求量

完达山东部林区野猪成体和亚成体比例为 74%:26%,成体体重 125kg,亚成体 57.5 kg^[10],由此计算凤凰山自然保护区野猪平均体重 107.45kg。

表 2 人工圈养条件下 100kg 左右野猪日营养需求^[1]
Table 2 The daily energy required of domestic wild boar

能量/MJ Energy	粗蛋白/g Crude protein	粗脂肪/g Crude fat	粗纤维/g Crude fiber
57.29±1.60	583.70±68.60	80.70±9.50	251.70±29.60

2.6 容纳量计算

已有研究表明,冬季动物种群利用阔叶树木年总生长量的 20%^[20],野猪利用胡桃楸果实 90%,橡子和松籽 10%,以及绝大部分苔草、木贼(保护区数据)。为避免估算结果过高,本研究设定野猪利用保护区所能提供全部生物量的 20%。

根据保护区多年的气象资料,降雪期在 10 月中旬至翌年 4、5 月份。本文将 10 月 15 日和 4 月 15 日作为研究地区冬季的起始和结束日期,即冬季野猪占据生境时间共计 183d。Hobbs 等人对内源储存氮和能量做灵敏度分析后发现:内源储存量对生境所能维持的动物数量,即对容纳量的影响不大^[13]。因此,计算野猪容纳量的公式 5 修改为:

$$K = \frac{20\% M}{R_q \times D}$$

式中, D 为每头野猪冬季占据保护区生境天数,共计 183d, K 为保护区野猪容纳量, M 为保护区可提供总能量。

3 研究结果

3.1 保护区提供的总能量

经调查,凤凰山国家级自然保护区红松平均胸径 18cm, 204 棵/ hm^2 , 松籽产量 50kg/ hm^2 ; 核桃楸平均胸径 13cm, 28.67 棵/ hm^2 , 核桃产量 286.7 kg/ hm^2 ; 橡子为蒙古栎生物量的 1/50 (保护区记录), 橡子产量 139.68kg/ hm^2 ; 榛子种植面积 1000 hm^2 , 产量 380000.77kg; 稠李、木贼、苔草、辽东槲木生物量分布为 $2.1 \times 10^5 \text{kg}$ 、 $1.6 \times 10^6 \text{kg}$ 、 $1.3 \times 10^6 \text{kg}$ 和 $7.3 \times 10^4 \text{kg}$ 。

此外,蒙古栎生长面积最大,约占保护区面积的 30%,其次是红松和胡桃楸,约共占保护区面积的 20%,榛子约占 15%,苔草盖度较高,约达到保护区总面积的 70%。保护区木贼面积较少,各类食物能为野猪提供能量的大小顺序为:胡桃楸>榛子>红松>蒙古栎>木贼>苔草>辽东槲木>稠李。本研究获得的保护区内野猪栖息生境能够提供的总能量为 $7.375 \times 10^7 \text{MJ}$ 。

表 3 凤凰山保护区提供能量

Table 3 The energy supplied by Fenghuang Mountain Reserve

种类 Item	提供能量 Energy/MJ	种类 Item	提供能量 Energy/MJ
胡桃楸 <i>Juglans mandshurica</i>	2.36×10^7	榛子 <i>Corylus heterophylla</i>	2.17×10^7
红松 <i>Pinus koraiensis</i>	0.77×10^7	蒙古栎 <i>Quercus mongolica</i>	0.73×10^7
木贼 <i>Equisetum hiemale</i>	0.45×10^7	苔草 <i>Carex</i> spp.	0.421×10^7
辽东槲木 <i>Aralia elata</i>	0.359×10^7	稠李 <i>Padus racemosa</i>	0.115×10^7
总能量 Total energy	7.375×10^7		

3.2 野猪冬季所需能量

100kg 左右野猪的日能量需求为 $(57.29 \pm 1.6) \text{MJ}$ ^[1]。Nicolaos 等研究认为中型野生动物在野生条件下比圈养时多消耗能量约 40%^[21]。本研究获得的野外条件下平均每头野猪冬季能量需求为 $(14\ 677.698 \pm 409.92) \text{MJ}$ 。

3.3 野猪营养容纳量

凤凰山国家级自然保护区野猪的容纳量为 $(1\ 006 \pm 28)$ 头,种群密度为 (3.79 ± 0.11) 头/ km^2 。根据种群在具有资源限制条件下的逻辑斯蒂增长曲线,当种群密度达到容纳量的一半时,种群的密度增长最快,即种群生存状态最佳^[22]。此外,本研究调查中发现 30 余个野猪套,2 头野猪被套死,偷猎情况时有发生,反应出当地人猪冲突较为严峻。因此,经分析确定引入 20% 的死亡风险系数。最终,凤凰山自然保护区野猪的最适密度为 (2.27 ± 0.06) 头/ km^2 ,最适数量在 (603 ± 17) 头。

3.4 保护区野猪种群密度

在 30 条样带中,共 23 条发现 48h 内新鲜足迹 30 条,粪便 12 堆,啃食痕迹 17 处,卧迹 13 个,西南岔林场野猪密度最高,四山林场最低(表 4)。经计算,凤凰山保护区调查样带野猪平均密度 $\bar{D}$ 为 2.24 头/ km^2 ,区内野猪平均分布密度 $\overline{\bar{D}}$ 为 (2.24 ± 0.58) 头/ km^2 ,其中置信概率 P 为 95%,估计精度 P 为 73.93%,凤凰山保护区内野猪种群数量 N 为 (596 ± 155) 头。

表 4 凤凰山保护区野猪密度分布表

Table 4 The distributed density of wild boar

地点 Place	样带数 Line transects	样带总长/km Total length	数量/头 Number	密度/(头/km ²) Density
西南岔林场	10	44.50	12	2.7630
四山林场	8	38.00	7	1.8346
凤凰山林场	8	34.00	7	1.8840
平房林场	4	17.50	4	2.2711

4 讨论

经过多年的保护,加之其主要捕食者东北虎的稀少,凤凰山自然保护区野猪的种群数量得到较大幅度的提高。野猪对森林生物群落的稳定组成有一定的积极作用,它的活动可以翻动土壤,促进空气流通,利于植物的根系生长和营养物质的循环,而且对森林害虫的爆发也有一定的抑制作用^[23-25]。但当野猪数量过高时会对农田、林木造成较大的破坏,导致严重的经济损失。

国内以往容纳量研究仅限于提供区域理论上对种群的承载量,缺少与对种群实际数量调查的结合,因此不能明确的为相关部门提出对物种管理的指导意见。凤凰山自然保护区由于野猪数量的提高,对当地居民农田地造成的破坏也在逐年加剧,对野猪的保护与利用的争议也日渐突出。本研究将容纳量的研究与种群实际密度调查结合在一起,通过研究结果可以对野猪的管理给出适当的建议。

通过实际调查,保护区野猪实际数量趋近容纳量,并未达到泛滥程度。在调查中,调查人员发现,反应野猪过多并要求狩猎野猪的居民基本在保护区内开垦有农作物种植地。其中,在西南岔林场野猪分布区内种植的大豆和面瓜遭到野猪的啃食,导致人猪冲突事件时有发生,但这可能与野猪偏好该两种食物有关。因此,在野猪管理工作中,一方面,不能片面判断保护区野猪密度过高而针对野猪开展狩猎措施;另一方面,虽然保护区野猪数量未超载,但根据种群逻辑斯蒂增长曲线,野猪种群数量位于 1/2K 值附近,属增长最快阶段,管理部门需对其进行必要持续的监控,避免野猪种群泛滥成灾,最大限度减少人猪冲突。

致谢:周绍春博士、张常智博士、张玮琪博士、李敏硕士、谭飞硕士,凤凰山保护区管理局李焕军、赵玉龙、林海龙等工作人员对本研究给予了支持,特此致谢。

References:

- [1] Gun S B. Study on Wild Boar Resources and Population Characteristics in Ziwoing Forest Grassland, Gansu. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2003
- [2] Leopold A. Game management. New York: Chas Scribner's sons, 1933: 5-6.
- [3] Liu Q X, Zhang M H. Evaluation on Methods of Estimating Winter Habitat Carrying Capacity of Cervidae. Chinese Wildlife, 26(5): 47-50.
- [4] Wang W, Ma J Z, Li J, Wang Z P. Winter Food Habits of Wild Boars in Tonghe, Heilongjiang Province. Acta Theriologica Sinica, 2005, 25(4): 407-409.
- [5] Teng L W, Liu Z S, Song Y L, Zeng Z G. Habitat Selection of Wild Boar (*Sus scrofa*) in Hainan Datian Reserve. Chinese Journal of Zoology, 2007, 42(1): 1-7
- [6] Focardi S, Toso S, Pecchioli E. The population modeling of fallow deer and wildboar in a Mediterranean ecosystem. Forest Ecology and Management, 1996, 88: 7-14
- [7] Dexter N. The influence of pasture distribution and temperature on habitat selection by feral pigs in a semiarid environment. Wild Research, 1998, 25: 547-559.
- [8] Fonseca C. Winter habitat selection by wild boar *Sus scrofa* in southeastern Poland. Wildlife research, 2007.
- [9] Li L L, Wang J, Shi J B. Human-wild Boar (*Sus scrofa*) Conflict: Current Status, Influence Factors and Management Recommendations. Sichuan Journal of Zoology, 2010, 9(4): 642-648.
- [10] Zhou S C, Zhang M H, Sun H Y. Prey biomass of the Amur tiger (*Panthera tigris altaica*) in the eastern Wanda Mountains of Heilongjiang Province, China. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(3): 1-8.

- [11] Gao Z X, Chen H H, Chen H P, Luo L Y, Liu J Q, Jin K. Experimental and Practical Approach of Wildlife Ecology. Harbin: Northeast Forestry University Press, 1991:82-84.
- [12] Zhu H Q, Ge Z Y, Liu G, Chang S H, Wu J C, Shi X J, Xu J F, Mao Z X. Population Status of Wild Boar (*Sus scrofa*) in the Changbaishan Mountains, Jilin Province, China. Amino Acids & Biotic Resources, 2011, 33(4):13-16
- [13] Hobbs N T, Baker D L, Ellis J E, et al. Energy and nitrogen-based estimates of Elk winter-range carrying capacity. J Wildl Manage, 1982, 46(1):12-21.
- [14] Xu Z Q, Li W H, Liu W Z, Wu X B. Study on the biomass and productivity of Mongolian oak forests in northeast region of China. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2006, 14(3):21-24.
- [15] McDonald R, Edwards A and Greenhalgh JFD. Animal Nutrition. New York: John Wiley & Sons Inc, 1988: 607.
- [16] Ao T G, Yang Q L, Mi L, Zhao Z H, Shi H P. Studies on nutrient contents in acorn of *Quercus Mongolis* fisch. 1998, 19(1):72-76.
- [17] Xia Q, Wang W, Shen G S. Nutrient Analysis of Plant Food of Black Bear on the Southern Slope of Lesser Xingan Mountains. Chinese Journal of Wildlife, 2009, 30(3):121-123.
- [18] Chen Y X. Analysis of the nutrition value of pine nut. Modern Agricultural Sciences and Technology, 2010, (3):361-362.
- [19] Song Y L, Dang G D, Li J S, Wang X J, Zeng Z G, Wang T J, Zhao L G. Estimating the carrying capacity of the golden takin at Foping National Nature Reserve, Shaanxi, China. Acta Zoologica Sinica, 2003, 49(4):45-450.
- [20] Chen H P, Gao Z. X. Wildlife Ecology. Harbin: Northeast Forestry University Press, 1992.
- [21] Singer F J, Otto D K, Tipton A R, Hable C P. Home ranges, movements, and habitat use of European wild pig in Tennessee. Wildl Manage, 1981, 45:343-353
- [22] Sun R Y. Ecological Principle of Wildlife. 3rd ed. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001
- [23] Haber A. The wild boar-its ecology and management. Monografia przyrodniczo-łowiecka. Warszawa [in Polish]
- [24] Genov P. Significance of natural biocenoses and agrocenoses as the source of food for wild boar. Ekologia Polska, 1981, 29:117-136
- [25] Pavlov P M, Hone J. The behaviour of feral pigs, *Sus scrofa*, in Flocks of Lambing Ewes. Aust Wildl Res, 1982, 9:101-109

参考文献:

- [1] 滚双宝, 甘肃子午岭森林草地野猪资源及其种群特性的研究. 兰州: 甘肃农业大学, 2003
- [3] 刘群秀, 张明海. 鹿类动物冬季环境容纳量估算方法评价. 野生动物杂志, 2005, 26(5):47-50.
- [4] 王文, 马建章, 李健, 王志平. 黑龙江省通河乌龙狩猎场野猪冬季食性的初步研究. 兽类学报, 2005, 25(4):407-409.
- [5] 滕丽微, 刘振生, 宋延龄, 曾治高. 海南大田自然保护区野猪的生境选择. 动物学杂志, 2007, 42(1):1-7.
- [9] 李兰兰, 王静, 石建斌. 人与野猪冲突: 现状、影响因素及管理建议. 四川动物, 2010, 9(4):642-648.
- [10] 周绍春, 张明海, 孙海义. 黑龙江省完达山东部林区东北虎猎物生物量分析. 生态学报, 2011, 31(3):1-8.
- [11] 高中信, 陈华豪, 陈化鹏, 罗理扬, 刘景全, 金崑. 动物生态学试验与实习方法. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1991:82-85.
- [12] 朱洪强, 葛志勇, 刘庚, 常素慧, 吴景才, 石晓军, 徐吉凤, 毛之夏. 吉林省长白山区野猪种群资源现状调查. 氨基酸和生物资源, 2011, 33(4):13-16.
- [14] 许中旗, 李文华, 刘文忠, 吴雪宾. 我国东北地区蒙古栎林生物量及生产力的研究. 中国生态农业学报, 2006, 14(3):21-24.
- [16] 敖特根, 杨秋林, 米拉, 赵智宏, 施和平. 蒙古栎种子营养成分的研究. 内蒙古农牧学院学报, 1998, 19(1):72-76.
- [17] 夏茜, 王文, 沈广爽. 小兴安岭南坡黑熊植物性食物营养分析. 野生动物杂志, 2009, 30(3):121-123.
- [18] 陈永霞. 红松籽营养价值分析. 现代农业科技, 2010, (3):361-362.
- [19] 宋延龄, 党高弟, 李俊生, 王学杰, 曾治高, 汪铁军, 赵雷刚. 陕西佛坪国家级自然保护区羚牛的容纳量. 动物学报, 2003, 49(4):445-450.
- [20] 陈化鹏, 高中信. 野生动物生态学. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1992.
- [22] 孙儒泳. 动物生态学原理(第三版). 北京: 北京师范大学出版社, 2006.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 3 February, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Ecosystem Service Simulation and Management

- Securing Natural Capital and Human Well-Being: Innovation and Impact in China Gretchen C. Daily, Ouyang Zhiyun, Zheng Hua, et al (677)
- Establishment of ecological compensation mechanisms in China: perspectives and strategies OUYANG Zhiyun, ZHENG Hua, YUE Ping (686)
- Regional cooperation mechanism and sustainable livelihoods: a case study on paddy land conversion program (PLCP) LIANG Yicheng, LIU Gang, MA Dongchun, et al (693)
- Progress and perspectives of ecosystem services management ZHENG Hua, LI Yifeng, OUYANG Zhiyun, et al (702)
- Ecosystem services valuation and its regulation in Baiyangdian basin: Based on InVEST model BAI Yang, ZHENG Hua, ZHUANG Changwei, et al (711)
- Identification of hotspots for biodiversity conservation in the Wenchuan earthquake-hit area XU Pei, WANG Yukuan, YANG Jinfeng, et al (718)
- Effects of land use change on ecosystem services: a case study in Miyun reservoir watershed LI Yifeng, LUO Yuechu, LIU Gang, et al (726)
- Impacts of forest eco-benefit tax on industry price levels in Shaanxi Province, China LI Jie, LIU Zhengnan, HAN Xiuhua (737)
- Spatial characteristics of soil conservation service and its impact factors in Hainan Island RAO Enming, XIAO Yi, OUYANG Zhiyun, et al (746)
- Perception and attitudes of local people concerning ecosystem services of culturally protected forests GAO Hong, OUYANG Zhiyun, ZHENG Hua, et al (756)
- Standard of payments for ecosystem services in Sanjiangyuan Natural Reserve LI Yifeng, LUO Yuzhu, ZHENG Hua, et al (764)
- Natural landscape valuation of Wulingyuan Scenic Area in Zhangjiajie City CHENG Cheng, XIAO Yi, OUYANG Zhiyun, et al (771)
- Satellite-based monitoring and appraising vegetation growth in national key regions of ecological protection HOU Peng, WANG Qiao, FANG Zhi, et al (780)
- Spatial Pattern of Water Retention in Dujiangyan County FU Bin, XU Pei, WANG Yukuan, et al (789)
- Spatial distribution of carbon storage function and seismic damage in wenchuan earthquake stricken areas PENG Yi, WANG Yukuan, FU Bin, et al (798)

Frontiers and Comprehensive Review

- The Porter Hypothesis: a literature review on the relationship between eco-innovation and environmental regulation DONG Ying, SHI Lei (809)
- Ecological protection and well-being LI Huimei, ZHANG Anlu (825)
- An overview of the updated classification system and species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi WANG Yutao, XIN Guorong, LI Shaoshan (834)

Autecology & Fundamentals

- Evaporation paradox in the northern and southern regions of the Qinling Mountains JIANG Chong, WANG Fei, LIU Sijie, et al (844)
- The diet composition and trophic niche of main herbivores in the Inner Mongolia Desert steppe LIU Guihe, WANG Guojie, WANG Shiping, et al (856)
- Abstraction and analysis of vegetation information based on object-oriented and spectra features CUI Yijiao, ZHU Lin, ZHAO Lijuan (867)
- Hyperspectral estimation models for photosynthetic pigment contents in leaves of *Eucalyptus* ZHANG Yonghe, CHEN Wenhui, GUO Qiaoying, et al (876)
- Response of photosynthesis and chlorophyll fluorescence characteristics of *Pterocarya stenoptera* seedlings to submergence and drought alternation WANG Zhenxia, WEI Hong, LÜ Qian, et al (888)

Effect of flooding stress on growth and photosynthesis characteristics of <i>Salix integra</i>	
.....	ZHAO Hongfei, ZHAO Yang, ZHANG Chi, et al (898)
Water consumption of pear jujube trees (<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.) and its correlation with trunk diameter during flowering and fruit development periods	ZHANG Linlin, WANG Youke, HAN Lixin, et al (907)
Estimation of nitrogen nutrient index on SPAD value of top leaves in wheat	
.....	ZHAO Ben, YAO Xia, TIAN Yongchao, et al (916)
Population, Community and Ecosystem	
Carbon and nitrogen storage under different plantations in subtropical south China	
.....	WANG Weixia, SHI Zuomin, LUO Da, et al (925)
Impact on water and soil conservation of different bandwidths in low-efficiency cypress forest transformation	
.....	LI Yanqiong, GONG Gutang, ZHENG Shaowei, et al (934)
Seasonal changes of phytoplankton community structure in Jinshuitan Reservoir, Zhejiang, China	
.....	ZHANG Hua, HU Hongjun , CHAO Aimin, et al (944)
Winter carrying capacity and the optimum population density of wild boar in fenghuang Mountains National Nature Reserve of Heilongjiang Province	MENG Gentong, ZHANG Minghai, ZHOU Shaochun (957)
Diversity of ground-dwelling spider community in different restoring times of post-fire forest, Cangshan Mountain, Yunnan Province	
.....	MA Yanyan, LI Qiao, FENG Ping, et al (964)
Landscape, Regional and Global Ecology	
Drought characteristics in the shiyang river basin during the recent 50 years based on a composite index	
.....	ZHANG Tiaofeng, ZHANG Bo, WANG Youheng, et al (975)
Land use spatial distribution modeling based on CLUE-S model in the Huangshui River Basin	
.....	FENG Shichao, GAO Xiaohong, GU Juan, et al (985)
Research Notes	
Patterns of terrestrial anthropogenic impacts on coastal wetlands in three city clusters in China	WANG Yijie, YU Shen (998)
Eutrophication development and its key affected factors in the Yanghe Reservoir	WANG Liping, ZHENG Binghui (1011)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 3 期 (2013 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 3 (February, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元