

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

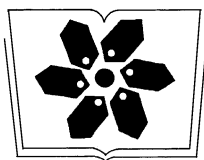
Acta Ecologica Sinica



第33卷 第15期 Vol.33 No.15 **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 15 期

2013 年 8 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 红树林生态系统遥感监测研究进展..... 孙永光,赵冬至,郭文永,等 (4523)
- 基于能值分析方法的都市代谢过程研究——理论与方法 刘耕源,杨志峰,陈 彬 (4539)
- 关于生态文明建设与评价的理论思考 赵景柱 (4552)

个体与基础生态

- 长江口及邻近海域秋冬季小型底栖动物类群组成与分布..... 于婷婷,徐奎栋 (4556)
- 灌河口邻近海域春季浮游植物的生态分布及其营养盐限制..... 方 涛,贺心然,冯志华,等 (4567)
- 春季海南岛近岸海域尿素与浮游生物的脲酶活性..... 黄凯旋,张云,欧林坚,等 (4575)
- 模拟酸雨对蒙古栎幼苗生长和根系伤流量的影响..... 梁晓琴,刘 建,丁文娟,等 (4583)
- 有机酸类化感物质对甜瓜的化感效应..... 张志忠,孙志浩,陈文辉,等 (4591)
- 稻田土壤氧化态有机碳组分变化及其与甲烷排放的关联性..... 吴家梅,纪雄辉,霍莲杰,等 (4599)
- 双氰胺单次配施和连续配施的土壤氮素形态和蔬菜硝酸盐累积变化..... 王煌平,张 青,翁伯琦,等 (4608)
- 不同类型土壤中分枝杆菌噬菌体分离率的比较..... 徐凤宇,苏胜兵,马红霞,等 (4616)
- 模拟酸雨对小麦产量及籽粒蛋白质和淀粉含量及组分的影响 卞雅姣,黄 洁,孙其松,等 (4623)
- 麻花秦艽种子休眠机理及其破除方法 李兵兵,魏小红,徐 严 (4631)
- 4 种金色叶树木对 SO_2 胁迫的生理响应 种培芳,苏世平 (4639)
- 硫丹及其主要代谢产物对紫色土中酶活性的影响..... 熊佰炼,张进忠,代 娟,等 (4649)

种群、群落和生态系统

- 群落水平食物网能流季节演替特征..... 徐 军,周 琼,温周瑞,等 (4658)
- 千岛湖岛屿社鼠的种群数量动态特征..... 张 旭,鲍毅新,刘 军,等 (4665)
- 黄土丘陵沟壑区不同植被区土壤生态化学计量特征..... 朱秋莲,邢肖毅,张 宏,等 (4674)
- 青藏高原高寒草甸退化与人工恢复过程中植物群落的繁殖适应对策..... 李媛媛,董世魁,朱 磊,等 (4683)
- 杉木人工林土壤质量演变过程中土壤微生物群落结构变化..... 刘 丽,徐明恺,汪思龙,等 (4692)
- 不同玉米品种(系)对玉米蚜生长发育和种群增长的影响 赵 曼,郭线茹,李为争,等 (4707)
- 伏牛山自然保护区森林冠层结构对林下植被特征的影响..... 卢训令,丁圣彦,游 莉,等 (4715)
- 内蒙古武川县农田退耕还草对粪金龟子群落的影响 刘 伟,门丽娜,刘新民 (4724)
- 铜和营养缺失对海州香薷两个种群生长、耐性及矿质营养吸收的差异影响 柯文山,陈世俭,熊治廷,等 (4737)
- 新疆喀纳斯国家自然保护区植被叶面积指数观测与遥感估算..... 咎 梅,李登秋,居为民,等 (4744)

景观、区域和全球生态

基于 LUCC 的生态系统服务空间化研究——以张掖市甘州区为例 梁友嘉,徐中民,钟方雷,等 (4758)

人工管理和自然驱动下盐城海滨湿地互花米草沼泽演变及空间差异 张华兵,刘红玉,侯明行 (4767)

基于 PCA 的滇西北高原纳帕海湿地退化过程分析及其评价 尚 文,杨永兴,韩大勇 (4776)

基于遥感和地理信息系统的图们江地区生态安全评价..... 南 颖,吉 喆,冯恒栋,等 (4790)

呼中林区森林景观的历史变域模拟及评价..... 吴志丰,李月辉,布仁仓,等 (4799)

降水时间对内蒙古温带草原地上净初级生产力的影响..... 郭 群,胡中民,李轩然,等 (4808)

研究简报

我国中东部不同气候带成熟林凋落物生产和分解及其与环境因子的关系.....

..... 王健健,王永吉,来利明,等 (4818)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 304 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 32 * 2013-08



封面图说:石质山区的退耕还林——桂西北地区是我国喀斯特集中分布的地区之一,这里的石漠化不仅造成土地退化、土壤资源逐步消失、干旱缺水和土地生产力下降,而且还导致生态系统退化和植被消亡。桂西北严重的地质生态环境问题,威胁着当地居民的基本生存,严重制约了当地社会经济的发展。增加植被覆盖是防治石漠化的重要举措。随着国家退耕还林、生态移民等治理措施的实施,区域植被碳密度显著增加,生态环境有所好转。图为喀斯特地区农民见缝插针用来耕种的鸡窝地(指小、碎、分散的土地),已经退耕还林了。

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

DOI: 10.5846/stxb201205100685

张旭, 鲍毅新, 刘军, 沈良良, 章书声, 方平福. 千岛湖岛屿社鼠的种群数量动态特征. 生态学报, 2013, 33(15): 4665-4673.

Zhang X, Bao Y X, Liu J, Shen L L, Zhang S S, Fang P F. Population dynamics of *Niviventer confucianus* in Thousand Island Lake. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(15): 4665-4673.

千岛湖岛屿社鼠的种群数量动态特征

张 旭, 鲍毅新*, 刘 军, 沈良良, 章书声, 方平福

(浙江师范大学生态研究所, 金华 321004)

摘要: 2009 年 7 月至 11 月以及 2010 年 3 月至 11 月在千岛湖地区 2 个岛屿上对社鼠(*Niviventer confucianus*)种群进行标志重捕, 通过对社鼠种群数量变动、更新率、居留时间以及气候对种群数量影响的研究, 探讨在陆桥岛屿环境下社鼠种群数量动态的规律。结果显示: 两岛种群数量均是上半年数量处于高峰, 而下半年数量较低, 超过环境承载力可能是种群下降的主要原因, 岛屿环境对社鼠数量季节消长的影响与陆地环境有所不同; 两岛社鼠的种群更新率均较低, 这也说明在缺乏迁入和迁出的陆桥岛屿上, 仅仅依靠出生和死亡来完成种群的更新, 其种群更新率是较低的。根据对社鼠居留时间的研究, 两岛上社鼠的生态寿命有可能只有一年左右, 这比以往研究认为社鼠的生态寿命约一年半或更长一些明显缩短, 这可能与陆桥岛屿较特殊的生存环境有关; 月平均气温处于 10—22 °C 对于社鼠种群的维持和增长是有利的, 当月平均气温超过 22 °C 时, 似乎对社鼠种群是不利的。高温而少雨, 可能是导致夏季社鼠种群数量下降的原因之一。

关键词: 种群数量动态; 种群更新率; 居留时间; 千岛湖岛屿; 社鼠(*Niviventer confucianus*)

Population dynamics of *Niviventer confucianus* in Thousand Island Lake

ZHANG Xu, BAO Yixin*, LIU Jun, SHEN Liangliang, ZHANG Shusheng, FANG Pingfu

Institute of Ecology, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China

Abstract: Habitat fragmentation has been a hot topic in ecological research field during recent years, and mammals are widely believed as one of the most vulnerable species in the process of habitat fragmentation. In the present study, we studied the population dynamics of *Niviventer confucianus* in Thousand Island Lake region which consists of a number of islands. From October 2009 to November 2010, we live-trapped two *Niviventer confucianus* populations in two islands A and B with similar area and environmental situation using capture-mark-recapture (CMR) method, and studied the impact of habitat fragmentation on the population dynamics of *Niviventer confucianus*. During the study period, the fluctuation of population, turnover rate, time of residency and effects of climate factors on the populations of *Niviventer confucianus* in both islands were investigated. Our results showed that the population in both islands began to decrease when the animal number in the individual population was over 50, suggesting the both islands with similar area and environmental situation have similar environmental carrying capacity. We also found much more *Berylmys bowersi* and wild boars in island B than those in island A during June to August, indicating higher living pressure for *Niviventer confucianus* from inter specific competition and predation in island B, which might cause that the population of *Niviventer confucianus* in island B declined faster than the population in island A after June. Considering the lack of immigration and emigration in the land-bridge islands, which results in that the turnover rates were very low in the two populations, our observation indicates that the interspecific competition and predation may be the main factor affecting the population changes in the islands. In addition, we also observed that the seasonal change in the island environment has a certain impact on the populations of *Niviventer*

基金项目: 浙江省自然科学基金项目(Y507080)

收稿日期: 2012-05-10; 修订日期: 2012-11-19

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: sky90@jznu.cn

confucianus. In the island environment, the population dynamics of *Niviventer confucianus* has its own characteristics, which verified our assumption that the impact of land-bridge island environment on the seasonal fluctuation of the number of *Niviventer confucianus* is different from terrestrial environment. Because of the poor living conditions in land-bridge islands, according to our study of the residence time of *Niviventer confucianus*, we infer that the ecological life of the *Niviventer confucianus* living in both islands might be only one year, which was significantly shorter than the ecological life of the *Niviventer confucianus* living in terrestrial environment in previous studies. Considering the shorter life expectancy and smaller body size of the *Niviventer confucianus* living in islands, they are suggested to have faster generations update to produce more genetic heterogeneity descendants, which could increase the ecological adaptation and promote the evolutionary speed. It was beneficial for the maintenance and growth of *Niviventer confucianus* populations when the monthly average temperature was 10—22 °C, and it was unfavorable when the monthly average temperature exceeded 22 °C. The high temperatures and drought might lead to the population decline of *Niviventer confucianus* in summer.

Key Words: fluctuation of population; turnover rate; time of residency; land-bridge island; Chinese white-bellied rat (*Niviventer confucianus*)

生境片段化是近来生态学领域研究的热点^[1]。在生境片段化过程中兽类成为最为脆弱的类群之一,生境片段化可能是许多兽类种群生存的最大威胁^[2]。小型兽类处于生态系统的中心位置,其通过食物链或网及间接作用几乎和生态系统中的所有物种发生联系^[3],因此研究生境片段化对小型兽类的影响具有重要意义。

岛屿化是一种典型的生境片段化,其有许多显著特征,如地理隔离,生物类群简单,动物区系组成和历史清楚的特点,再加上岛屿数量众多、不同岛屿在形状、大小和隔离度等方面都不相同,这些特点使得其成为生态学家检验理论和验证假说的天然实验室^[4-6]。近年来,国内外在岛屿隔离对植物^[7-11]、爬行类^[12-13]、鸟类^[14-19]等的影响方面已开展了较多的研究。另外,国内在对小型兽类的物种多样性^[20]、年龄结构和繁殖状况^[21]、个体形态^[22]、巢区和领域^[23]、遗传多样性^[24]的影响方面也逐步开展了一些研究工作,并取得了一定的成果。

生境片段化导致原生境的总面积减小,产生了隔离的异质种群,影响到个体的行为特性^[25-26],进而影响到群落组成及种群动态^[27-29]。而生存于小生境片段中的小种群具有很高的绝灭风险^[30]。种群动态是种群生态学的核心问题,而种群数量是种群动态研究的最基本内容。对于陆桥岛屿生境下鼠类种群数量动态的研究尚未见报道。因此,在探讨了陆桥岛屿环境下估算社鼠种群数量的适用方法^[31]的基础上,选取千岛湖岛屿对社鼠的种群数量变动、种群更新率、种群居留时间以及气候对种群数量的影响进行研究,消除岛屿间的迁移和扩散等因素对其影响,验证假设:(1)陆桥岛屿环境对社鼠数量季节消长的影响与陆地环境有所不同;(2)社鼠通过种群水平上的一些改变来适应片段化生境,使种群得以延续。

1 研究方法

1.1 标志重捕

根据以往的经验,由于冬季 12 月至翌年 2 月环境温度较低,捕获鼠若在鼠笼内时间过长,食物不足、低温和产热过多会导致部分个体的死亡,从而影响研究的结果,因此在此期间不进行重捕。为了获得重复数据和便于对比分析,选取千岛湖地区面积适当、生境类型相似的两个岛屿作为研究样地。对 A 岛(2009 年 10 月—11 月以及 2010 年 3 月—11 月)和 B 岛(2009 年 7 月—11 月以及 2010 年 3 月—11 月)的社鼠种群进行标志重捕,所得数据采用修正 Lincoln 指数法计算两个岛屿上的社鼠种群数量。样地概况、标志重捕以及数量计算的方法参见文献^[31]。

1.2 种群更新率

用以下公式对种群更新率进行分析^[32]:

$$\theta_T = \frac{\gamma}{N_T}$$

式中, θ_T 是种群更新率, γ 是 T 时间种群中存在的新个体的总数, N_T 是 T 时间种群总个体数量。

1.3 数据处理

采用 SPSS 17.0 数据分析软件对数据进行统计分析。相关性分析均采用线性回归, 显著和极显著水平分别为 $P \leq 0.05$ 和 $P \leq 0.01$ 。作图均采用 Excel 2003 软件进行。

2 结果

2.1 种群数量动态

整个取样期间(2009 年 7 月 — 11 月以及 2010 年 3 月 — 11 月)共标志社鼠 177 只, 释放 2240 只次, 其中 A 岛标志 96 只, 释放 1193 只次; B 岛标志 81 只, 释放 1047 只次。分别用修正 Lincoln 指数法对两个岛屿上社鼠种群数量进行计算。

A、B 两岛社鼠种群数量估算结果显示(图 1), 每月种群数量变化整体趋势基本一致, 上半年数量处于高峰, 而下半年数量较低。A 岛 6 月(55.74 只)和 B 岛 4 月(52.27 只)均是在种群数量超过 50 只后开始下降, 而 B 岛在 6 月之后数量相对于 A 岛下降的更快。

2.2 种群更新率

对社鼠种群更新率的计算结果表明(图 2), 两岛差异不显著($t = 1.097$, $df = 9$, $P = 0.301$)。社鼠种群的更新率都比较低, 除了 2009 年 11 月—2010 年 3 月期间的种群更新率超过了 50%, 其他两个捕鼠期之间种群更新率均低于 50%。

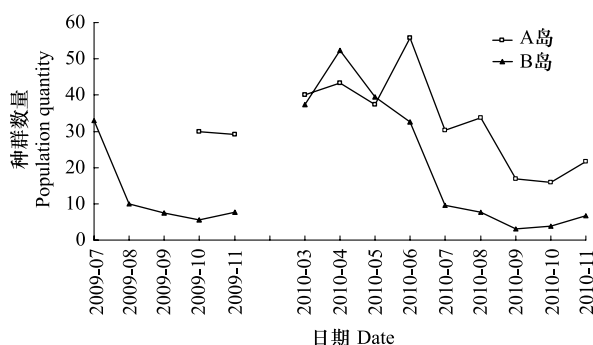


图 1 两岛社鼠种群数量变化

Fig. 1 Population dynamics of *Niventer confucianus* in A and B islands

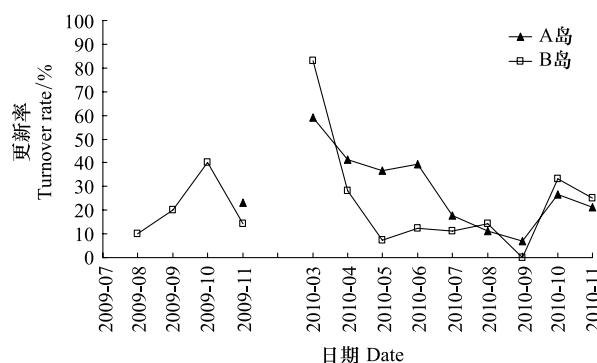


图 2 两岛社鼠的种群更新率

Fig. 2 Turnover rate of *Niventer confucianus* population in A and B islands

2.3 种群个体居留时间

两岛在整个取样期间 50% 以上的个体均只捕到 1—2 次, A 岛 80% 的个体捕 5 次以下, 而 B 岛 80% 的个体捕 4 次以下; A 岛最长居留时间为 9 个月, 平均居留时间为 (3.40 ± 0.24) 月; 而 B 岛最长为 11 个月, 平均居留时间为 (3.20 ± 0.27) 月。从图 3 和图 4 中可以看到, A 岛社鼠种群中雌雄个体的居留时间的差异显著($\chi^2 = 15.894$, $df = 8$, $P = 0.044 < 0.05$), 雌性居留时间 (4.20 ± 0.38) 月要长于雄性 (2.55 ± 0.24) 月; 而 B 岛与 A 岛有一定差异, 社鼠种群中雌性 (2.68 ± 0.27) 月和雄性 (3.81 ± 0.48) 月个体的居留时间没有显著差异($\chi^2 = 9.225$, $df = 10$, $P = 0.511 > 0.05$)。

2.4 气候条件与种群数量的关系

2.4.1 月平均气温

经 Pearson 相关性检验结果显示, 两岛月平均气温与种群数量均没有显著相关性(A 岛: $r = -0.04$, $df = 11$, $P = 0.906$; B 岛: $r = -0.248$, $df = 14$, $P = 0.393$)。但从图 5 可以看出, 除 B 岛 2010 年 4 月外, 月平均气温处于

10—22 ℃ 对于社鼠种群的维持和增长是有利的,而当平均气温超过 22 ℃ (A 岛:2010 年 6—9 月;B 岛 2009 年 7—9 月和 2010 年 6—9 月)时,种群数量则下降。

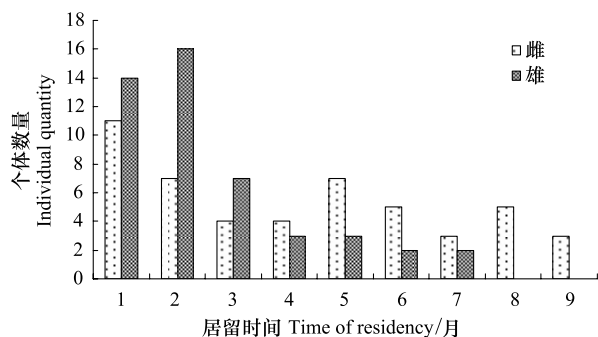


图3 A 岛社鼠种群雌雄个体居留时间

Fig. 3 Residence time of *Niviventer confucianus* population in A island

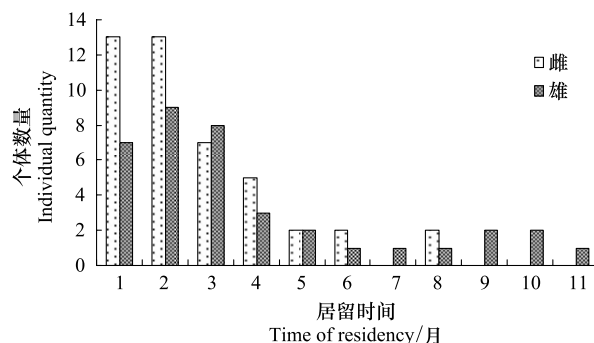


图4 B 岛社鼠种群雌雄个体居留时间

Fig. 4 Residence time of *Niviventer confucianus* population in B island

2.4.2 月降雨量

经 Pearson 相关性检验结果显示,两岛月降雨量与种群数量没有显著相关性(A 岛: $r = 0.393$, $df = 11$, $P = 0.232$; B 岛: $r = 0.488$, $df = 14$, $P = 0.076$)。A 岛在气温较高的 2010 年 6—9 月,月降雨量除 2010 年 7 月之外都较低(图 6);B 岛在气温较高的 2009 年 7—9 月和 2010 年 6—9 月,月降雨量(除 2009 年 7 月和 2010 年 7 月外)较低(图 6)。

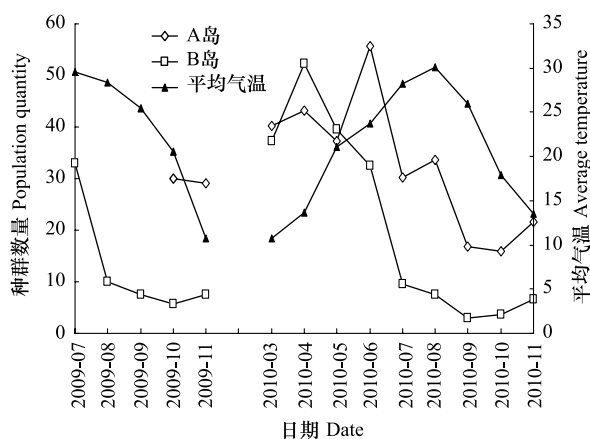


图5 两岛月平均气温与种群数量的关系

Fig. 5 Monthly average temperature and population quantity in A and B islands

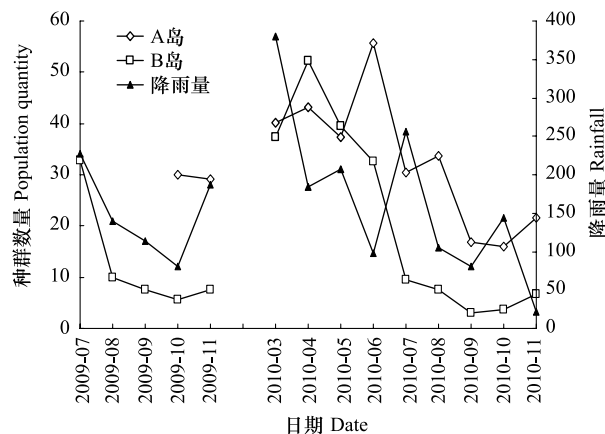


图6 两岛月降雨量与种群数量的关系

Fig. 6 Monthly rainfall and population quantity in A and B islands

3 讨论

3.1 陆桥岛屿环境下的种群数量动态

千岛湖地区的岛屿是典型的片段化生境,是一种天然的围栏。一方面,因适宜生境斑块面积较小,生存所需的食物来源、活动范围等受到限制,生理机能处在较高的耐受状态,外界因素的影响作用明显加强,种群变得相对脆弱,波动性变大^[27-28,33];另一方面,围栏所导致的围栏效应(fence effect)会对孤立岛屿上的小型哺乳动物种群产生影响。例如,种群增长达到较高的密度后,由于资源的过度消耗,种群数量急剧下降^[34]。作为孤立的岛屿,小型哺乳动物无法或很少能在岛屿间扩散,其种群数量受制于环境的容纳量。在一般情况下,一个岛屿的环境容纳量维持在相对稳定的水平,只有当环境发生较大的变化时环境容纳量才会发生较大的改

变。本研究表明,在环境条件(面积、植被、气候等)相似的 A、B 两岛中,社鼠的种群数量在超过 50 只后均开始下降。可见,在面积和生境相似的岛屿上,环境承载力^[35]也相似。因此,这是导致 A 岛 6 月后数量开始下降、B 岛 4 月后数量开始下降的主要原因。

破碎的生境改变了原来生境能够提供的食物的质和量,同时也改变了隐蔽物的效能和物种间的联系,因此增加了捕食率和种间竞争^[36]。兽类捕食者对种群密度的作用属于反密度制约类型,也就是捕食者只在猎物种群密度降低时发挥作用^[37]。捕食的直接后果就是增大了猎物种群内的死亡率。另外,捕食风险还可能改变哺乳动物猎物的活动量,例如巢区和栖息地的利用、觅食和生殖方式等^[38-39]。猎物通过对捕食风险的反应,可能影响生殖适合度,最终导致种群数量下降^[40]。而种间竞争也可以通过影响不同物种的栖息地利用,间接地影响竞争种群内个体的存活率^[41-43]。食物、捕食和种间竞争一起具有更强的累加效应^[44-45]。在研究过程中,发现虽然两岛的生境类型基本相似,但 B 岛上青毛硕鼠(*Berylmys bowersi*)的数量要明显多于 A 岛,而且 6—8 月在该岛上发现有野猪活动的痕迹,因此种间竞争和捕食可能对该岛种群数量变动的影响较大,这也许是导致 B 岛在 6 月之后数量相对于 A 岛下降的更快的主要原因。

另外,岛屿环境的特殊性会对社鼠种群数量的季节性变化产生一定的影响。根据 Terborgh 等^[46]的研究方法结合研究区域的实际情况,可将千岛湖的岛屿依据面积(S)划分为 3 种类型:大型岛屿($S > 30 \text{ hm}^2$)、中型岛屿($2 \text{ hm}^2 < S \leq 30 \text{ hm}^2$)、小型岛屿($0.01 \text{ hm}^2 \leq S \leq 2 \text{ hm}^2$)。本研究中的两个岛屿(A 岛 5.54 hm^2 ; B 岛 5.80 hm^2)均属于中型岛屿。孙波等^[21-22]分别于 2007 年 9—11 月和 2008 年 5 月采用夹夜法对千岛湖部分岛屿的社鼠进行了研究,结果显示千岛湖中型岛屿上社鼠数量 5 月要高于 9—11 月。本研究结果与以往相关研究结果相似。结合 A、B 两岛的数据显示,社鼠全年仅有 1 次数量高峰期,数量消长表现为 4—6 月形成高峰,9—10 月到达低潮期。而已有的研究表明,北方社鼠往往也只有 1 次数量高峰,但其数量消长表现为 1—2 月处于全年的低潮期,8 月达最高峰,12 月开始进入全年的低潮期^[47-48]。南方有 2 次数量高峰,浙江天目山社鼠数量在 2—3 月形成小高峰,9—11 月为最高,5—8 月低潮期^[49],而在金华北山则表现为 3 月小高峰,8—11 月最高峰,4—5 月为低潮期^[50]。由此可见,陆桥岛屿环境下社鼠种群的季节消长,即使与相邻纬度地区也不相同。显然,岛屿环境下社鼠种群数量动态有其自身的特点,这也验证了“陆桥岛屿环境对社鼠数量季节消长的影响与陆地环境有所不同”的假设。

3.2 种群更新和居留时间

研究种群的更新,是了解种群数量动态的重要内容之一^[51]。本研究表明社鼠的种群更新率较低,这也说明在缺乏迁入和迁出的陆桥岛屿上,仅仅依靠出生和死亡来完成种群的更新,其种群更新率是较低的。

生境的破碎化导致生境面积的缩小对于动物种群存在一定的生存压力。对鸟类的研究表明,生境斑块的面积缩小对种群遗传状况的影响主要通过减小局部种群来改变一系列微进化过程^[52],如近交衰退,随机漂变等。刘军等^[24]通过对千岛湖 13 个岛屿上社鼠的种群遗传信息及遗传多样性与生境面积之间的相关性分析,从分子水平上推测千岛湖地区生境面积的缩小可能引发社鼠种群快速进化,以适应相对狭小的生存空间。而片段化生境同样也导致社鼠在种群水平上发生了改变,千岛湖中型岛屿 9—10 月社鼠的平均胎仔数达到 5.17 只^[21],明显高于相近纬度浙江金华社鼠的 3.77 只^[53]和洞庭湖区的 3.7 只^[54],与纬度较高的北京地区的 5.2 只^[55]和天津地区的 4.5 只^[48]相接近。而本研究中,根据社鼠的居留时间,考虑到幼鼠从出生到能独立生活需要一定的时间,同时由于幼年鼠个体小,容易铁丝孔中逃出鼠笼,降低重捕率,以及捕食、疾病等造成个体的死亡等因素,两岛上社鼠的生态寿命有可能只有一年左右,这比以往研究认为社鼠的生态寿命达一年半以上明显缩短^[55]。动物的生态寿命反映了生存条件的优劣,生态寿命长,说明生存条件优越^[56]。陆桥岛屿环境下,其生存条件较为特殊,其生态寿命缩短。对个体小的物种,由于寿命的缩短,促使性早熟而早生后代,后代生育时间缩短,世代更新变快,这样能产生更多具遗传异质性的后代,生态适应幅度增大,进化速度变快^[57]。因此,社鼠通过增加胎仔数、缩短生态寿命、改变更新率和居留时间等种群水平上的变化来适应片段化生境,使种群得以延续。

3.4 气候条件与种群数量的关系

气候条件是影响鼠类种群数量变动的重要因素之一,其通过影响鼠类的繁殖成功率^[58]、生存环境的食物和隐蔽条件^[59]等而影响种群数量。Pennycuik^[60]和 Triggs^[61]认为小家鼠(*Mus musculus*)的种群数量变化与气候变化(如温度和降水量)有关。陈安国等^[62]认为,气温、积雪等对新疆的小家鼠数量变化有影响。

本研究表明,月平均气温处于 10—22℃ 对于社鼠种群的维持和增长是有利的。气温稳定在 10℃ 以上,可能是鼠类进行繁殖的必要温度^[49]。一般认为,平均气温达到 10℃ 是进入春季的标准^[63],千岛湖高覆盖的森林植被与水体调温的综合效应,形成了春暖早,秋寒迟的特殊小气候,无霜期达到 263 d^[64],而这一特点一方面就使鼠类的繁殖期开始较早,而繁殖期开始早晚对当年种群的季节性变化特点及全年的种群数量水平都有较大影响,较早地开始繁殖会有利于越冬成体繁殖更多的胎数,使当年生个体尽早成熟参加繁殖以补充越冬成体的死亡,从而有利于其数量的增长^[56]。另一方面有利于植物生长,为鼠类提供了丰富的食物和良好的隐蔽条件。适宜的气温、充沛的雨水和优越的食物条件都利于鼠类繁殖,促使其数量增加。虽然社鼠能通过各种生理、行为的调节来适应温度的变化,对温度具有较强的耐受性,但从本研究结果来看,当月平均气温超过 22℃ 时,似乎对社鼠种群也是不利的。

已有研究发现,年降雨量是影响长爪沙鼠(*Meriones unguiculatus*)种群数量的最重要的气候因子^[65-66]。关于降雨量对啮齿动物种群数量的影响,张知彬和王祖望^[67]认为,雨量对不同鼠类的影响是不一致的,如夏季降雨对红背鼠(*Clethrionomys rutilus*)、大林姬鼠(*Apodemus peninsulae*)、长爪沙鼠种群增长有利,但对小家鼠、大仓鼠(*Cricetulus triton*)、黑线仓鼠(*Cricetulus barabensis*)却不利。本研究中,在气温较高的 6—9 月,较低的月降雨量对社鼠种群是不利的。气温和降水量等气候因素是彼此相互联系、相互影响的,并非单独地对鼠类种群数量和变动发生作用,而是综合对种群发生作用^[68]。高温而少雨,可能是导致夏季社鼠种群数量下降的原因之一。

References:

- [1] Laurance W F, Lovejoy T E, Vasconcelos H L, Bruna E M, Didham R K, Stouffer P C, Gascon C, Bierregaard R O, Laurance S G, Sampaio E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, 2002, 16(3): 605-618.
- [2] Bright P W. Habitat fragmentation-problems and predictions for British mammals. *Mammal Review*, 1993, 23(3/4): 101-111.
- [3] Zhang Z B. The role of small mammals in the ecosystem // Biodiversity Committee of Chinese Academy of Sciences. *Biodiversity Studies Series No. 1 Principles and Methodologies of Biodiversity Studies*. Beijing: Science and Technology Press of China, 1994: 210-217.
- [4] MacArthur R H, Wilson E O. *The Theory of Island Biogeography*. New Jersey: Princeton University Press, 1967.
- [5] Williamson M H. The MacArthur and Wilson theory today: true but trivial. *Journal of Biogeography*, 1989, 16: 3-4.
- [6] Vitousek P M. Oceanic islands as model systems for ecological studies. *Journal of Biogeography*, 2002, 29(5/6): 573-582.
- [7] Terborgh J, Feeley K, Silman M, Nuñez P, Balukjian K. Vegetation dynamics of predator-free land-bridge islands. *Journal of Ecology*, 2006, 94(2): 253-263.
- [8] Zhang X, Xu G F, Shen D W, Gu Y J, Gao H, Luo X H, Chen X Y. Maintenance and natural regeneration of *Castanopsis sclerophylla* populations on islands of Qiandao Lake Region. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(2): 424-431.
- [9] Terborgh J W, Feeley K J. Ecosystem decay in closed forest fragments // *Tropical Forest Community Ecology*. Oxford: Blackwell Publishing, 2008: 308-321.
- [10] Sun Q, Lu J B, Wu J G, Zhang F F. Effects of island area on plant species distribution and conservation implications in the Thousand Island Lake region. *Biodiversity Science*, 2008, 16(1): 1-7.
- [11] Sun Q, Lu J B, Zhang F F, Xu G F. Plant species diversity in relation to island size. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(5): 2195-2202.
- [12] Shou L, Du W G, Lu W W. The causal analysis of inter-population variation in life histories of the northern grass lizard *Takydromus septentrionalis*: between-island differences in thermal environment, food availability and body temperature. *Acta Zoologica Sinica*, 2005, 51(5): 797-805.
- [13] Wang Y, Zhang J, Feeley K J, Jiang P, Ding P. Life-history traits associated with fragmentation vulnerability of lizards in the Thousand Island Lake, China. *Animal Conservation*, 2009, 12(4): 329-337.
- [14] Feeley K J, Terborgh J W. Habitat fragmentation and effects of herbivore (howler monkey) abundances on bird species richness. *Ecology*, 2006,

- 87(1): 144-150.
- [15] Zhang J C, Wang Y P, Jiang P P, Li P, Yu M J, Ding P. Nested analysis of passeriform bird assemblages in the Thousand Island Lake region. *Biodiversity Science*, 2008, 16(4): 321-331.
- [16] Wang Y P, Bao Y X, Yu M J, Xu G F, Ding P. Nestedness for different reasons: the distributions of birds, lizards and small mammals on islands of an inundated lake. *Diversity and Distributions*, 2010, 16(5): 862-873.
- [17] Zhang M, Sun J J, Wang Y P, Jiang P P, Ding P, Xu G F. Effects of habitat fragmentation on the use of nest site resources by great tits in Thousand Island Lake, Zhejiang Province. *Biodiversity Science*, 2010, 19(4): 383-389.
- [18] Wang Y P, Chen S H, Ding P. Testing multiple assembly rule models in avian communities on islands of an inundated lake, Zhejiang Province, China. *Journal of Biogeography*, 2011, 38(7): 1330-1344.
- [19] Sun J J, Wang S Y, Wang Y P, Shao D Y, Ding P. Effects of habitat fragmentation on avian nest predation risk in Thousand Island Lake, Zhejiang Province. *Biodiversity Science*, 2011, 19(5): 528-534.
- [20] Zhao Q Y, Bao Y X, Sun B, Zhang L L, Hu Z Y. Analysis of the small mammals community diversity in the Qiandao Lake region. *Acta Theriologica Sinica*, 2009, 29(4): 406-412.
- [21] Sun B, Bao Y X, Zhang L L, Zhao Q Y. Age-structure and reproduction investigation on *Niviventer confucianus* living on islands at Qiandao Lake in autumn. *Acta Theriologica Sinica*, 2009, 29(3): 112-119.
- [22] Sun B, Bao Y X, Zhang L L, Zhao Q Y, Hu Z Y. Preliminary study on relative fatness of *Niviventer confucianus* on islands of Qiandao Lake region. *Zoological Research*, 2009, 30(5): 545-552.
- [23] Shen L L, Bao Y X, Zhang X, Wei D Z, Liu J. Effect of different seasons and sex of *Niviventer confucianus* on islands at Thousand Island Lake. *Journal of Zhejiang Normal University: Natural Science*, 2011, 34(3): 328-332.
- [24] Liu J, Bao Y X, Zhang X, Lin J J, Ye B, Wang Y N. Population genetics of *Niviventer confucianus* and its relationships with habitat area in Thousand Island Lake region. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(3): 758-766.
- [25] Saunders D A, Hobbs R J, Margules C R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*, 1991, 5(1): 18-21.
- [26] Davies K F, Margules C R. Effects of habitat fragmentation on carabid beetles: experimental evidence. *Journal of Animal Ecology*, 1998, 67(3): 460-471.
- [27] Holt R D, Robinson G R, Gaines M S. Vegetation dynamics in an experimentally fragmented landscape. *Ecology*, 1995, 76(5): 1610-1624.
- [28] Harrison S. Local and regional diversity in a patchy landscape: native, alien, and endemic herbs on serpentine. *Ecology*, 1999, 80(1): 70-80.
- [29] Thomas E N, Robert K S. Effect of forest patch area on population attributes of white-footed mice (*Peromyscus leucopus*) in fragmented landscapes. *Canadian Journal of Zoology*, 1996, 74(3): 467-472.
- [30] Hanski I. Patch-occupancy dynamics in fragmented landscapes. *Trends in Ecology & Evolution*, 1994, 9(4): 131-135.
- [31] Zhang X, Bao Y X, Liu J, Lin J J, Shen L L, Wang Y N. A suggestion on the estimation method of population sizes of *Niviventer confucianus* in Land-bridge island. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(5): 1562-1569.
- [32] Briner T. Population dynamics, spatial and temporal patterns of the common vole (*Microtus arvalis*, Pall.) in a wildflower strip, using mark-recapture method and a new system for automatic radio tracking. Switzerland: University of Bern, 2002.
- [33] Couvet D. Deleterious effects of restricted gene flow in fragmented populations. *Conservation Biology*, 2002, 16(2): 369-376.
- [34] Krebs C J, Keller B L, Tamarin R H. Microtus population biology: demographic changes in fluctuating populations of *M. ochrogaster* and *M. pennsylvanicus* in southern Indiana. *Ecology*, 1969, 50(4): 587-607.
- [35] Pamela C A, Marilena A C, Luiz G R O, Maurício Eduardo G. Population dynamics of *Euryoryzomys russatus* and *Oligoryzomys nigripes* (Rodentia, Cricetidae) in an Atlantic forest area, Santa Catarina Island, Southern Brazil. *Biotemas*, 2009, 22(2): 143-151.
- [36] Song Y L, Yang Q E, Huang S Q. Research and conservation of species diversity. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 1998.
- [37] Pearson O P. Additional measurements of the impact of carnivores on California voles (*Microtus californicus*). *Journal of Mammalogy*, 1971, 52(1): 41-49.
- [38] Batzli G O. Dynamics of small mammal populations: a review // *Wildlife 2001: Populations*. London: Elsevier Applied Science, 1992: 831-850.
- [39] Koskela E, Ylönen H. Suppressed breeding in the field vole (*Microtus agrestis*): an adaptation to cyclically fluctuating predation risk. *Behavioral Ecology*, 1994, 6(3): 311-315.
- [40] Zhang Z Q, Wang D H. The role of extrinsic factors in the regulation of periodic population dynamics in small mammals. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1279-1286.
- [41] Abramsky Z, Pinshow B. Changes in foraging effort in two gerbil species correlate with habitat type and intra- and interspecific activity. *Oikos*, 1989, 56(1): 43-53.

- [42] Morris D W. Coexistence of specialist and generalist rodents via habitat selection. *Ecology*, 1996, 77(8): 2352-2364.
- [43] Cui Q H, Jiang Z G, Lian X M, Zhang T Z, Sun J P. Factors influencing habitat selection of Root Voles (*Microtus oeconomus*). *Acta Theriologica Sinica*, 2005, 25(1): 45-51.
- [44] Hanski I, Henttonen H, Kopimäki E, Oksanen L, Turchin P. Small-rodent dynamics and predation. *Ecology*, 2001, 82(6): 1505-1520.
- [45] Yang Y W, Liu Z, Liu J K. Effect on aggressive behavior of reed voles *Microtus fortis* by food, predation and interspecific competition. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(10): 3983-3991.
- [46] Terborgh J, Lopez L, Nuñez P, Rao M, Shahabuddin G, Orihuela G, Riveros M, Ascanio R, Adler G H, Lambert T D, Balbas L. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science*, 2001, 294(5548): 1923-1926.
- [47] Lv G Q, Cai Z Q. Primary observation on the biological characteristics of Chinese white-bellied rat. *Plant Protection*, 1996, 12(3): 15-17.
- [48] Guo Q B, Zhang Z T, Hao L Y, Wang Y L. An ecological investigation of rodents in the Yan Mountain area of Ji Country. *Chinese Journal of Rodent Control*, 1987, 3(1): 32-34.
- [49] Bao Y X, Zhuge Y. A preliminary survey on rodents in Tian-mu mountain nature reserve. *Acta Theriologica Sinica*, 1984, 4(3): 197-205.
- [50] Bao Y X, Zhuge Y. Ecological study of rodents in Jinhua Beishan Mountain. *Acta Theriologica Sinica*, 1987, 7(4): 266-274.
- [51] Zhu L B, Qian G Z. On the age structure and population renewal of field mouse (*Apodemus agrarius*) from Shanghai. *Acta Theriologica Sinica*, 1982, 2(2): 211-217.
- [52] Gao Z S, Zuo B, Chen J H. The response of birds to forest fragmentation. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2003, 25(2): 211-214.
- [53] Bao Y X, Wang Y G, Bao F X. A Primary observation of breeding behaviour and pedomorphosis of *Rattus Niviventer*. *Journal of Zhejiang Normal University: Natural Science*, 1992, 15(3): 76-78.
- [54] Zhang M W, Huang H, Wang Y, Li B. Reproductive ecology of sulphur bellied rat (*Niviventer confucianus*) populations in the Dongting Lake region. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(3): 884-894.
- [55] Zhang J. Studies on the population ecology of sulphur bellied rat. *Acta Theriologica Sinica*, 1993, 13(3): 198-204.
- [56] Jiang Y J, Wei S W, Wang Z W, Zheng X W, Cui R X, Sun R Y. Productivity investigation of the root vole (*Microtus oeconomus*) population in the haibei alpine bushland (*Potentilla fruticosa*) I. population dynamics. *Acta Theriologica Sinica*, 1991, 11(4): 270-278.
- [57] Stearns S C. *The Evolution of Life Histories*. Oxford: Oxford University Press, 1992.
- [58] Ferkin M H, Sorokin E S, Johnston R E, Lee C J. Attractiveness of scents varies with protein content of the diet in meadow voles. *Animal Behaviour*, 1997, 53(1): 133-141.
- [59] Bao Y X, Du W G. Relation between relative fatness of *Rattus niviventer* and climatic factors. *Journal of Zhejiang Normal University: Natural Science*, 2000, 23(3): 287-290.
- [60] Pennycuik P R, Johnaton P G, Westwood N H, Reisner H. Variation in numbers in a house mouse population housed in a large outdoor enclosure: seasonal fluctuations. *Journal of Animal Ecology*, 1986, 15(2): 371-394.
- [61] Triggs G S. The population ecology of house mice (*Mus domesticus*) on the late of May, Scotland. *Journal of Zoology*, 1991, 225(3): 449-468.
- [62] Chen A G, Zhu S K, Li C Q, Yan Z T. Relation between population dynamics of *Mus musculus* and climatic factors // *Research on Rat Eradication and Rodent Biology (IV)*. Beijing: Science Publishing House, 1981: 69-93.
- [63] Xia W P. Population dynamics of small rodents dialing forest region, lesser Khing-an mountains. II. The influences of the climatological factors on the numbers of rodents. *Acta Zoologica Sinica*, 1966, 18(1): 8-21.
- [64] Ding L Z, Lu J B, Xu G F, Wu J G. Effects of ecological protection and development on landscape pattern in the Thousand-Island Lake region, Zhejiang Province. *Biodiversity Science*, 2004, 12(5): 473-480.
- [65] Xia W P, Liao C H, Zhong W Q, Sun C L, Tian Y. On the population dynamics and regulation of *Meriones unguiculatus* in agricultural region north to Yin mountains, Inner Mongolia. *Acta Theriologica Sinica*, 1982, 2(1): 50-69.
- [66] Li Z L, Zhang W R. Analysis on the relation between population of *Meriones unguiculatus* and factors of meteorological phenomena. *Acta Theriologica Sinica*, 1993, 13(2): 131-135.
- [67] Zhang Z B, Wang Z W. *The Ecology and Managment of Rodent Pests*. Beijing: Ocean Press, 1998.
- [68] Zheng Z M, Huang Y X. Studies on the seasonal population fluctuation in *Rattus rattoides*. *Acta Theriologica Sinica*, 1988, 8(3): 199-207.

参考文献:

- [3] 张知彬. 小型哺乳动物在生态系统中的作用 // 中国科学院生物多样性委员会. 生物多样性研究系列专著 1 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1994: 210-217.
- [8] 张欣, 徐高福, 沈栋伟, 顾泳洁, 高辉, 罗小华, 陈小勇. 千岛湖岛屿苦槠 (*Castanopsis sclerophylla*) 种群的维持和天然更新. *生态学报*, 2007, 27(2): 424-431.

- [10] 孙雀, 卢剑波, 邬建国, 张凤凤. 千岛湖库区岛屿面积对植物分布的影响及植物物种多样性保护研究. 生物多样性, 2008, 16(1): 1-7.
- [11] 孙雀, 卢剑波, 张凤凤, 徐高福. 植物物种多样性与岛屿面积的关系. 生态学报, 2009, 29(5): 2195-2202.
- [12] 寿鹿, 杜卫国, 陆玮玮. 北草蜥种群间生活史变异的成因分析: 热环境、食物可利用性和体温的岛屿间差异. 动物学报, 2005, 51(5): 797-805.
- [15] 张竞成, 王彦平, 蒋萍萍, 李鹏, 于明坚, 丁平. 千岛湖雀形目鸟类群落嵌套结构分析. 生物多样性, 2008, 16(4): 321-331.
- [17] 张蒙, 孙吉吉, 王彦平, 蒋萍萍, 丁平, 徐高福. 千岛湖栖息地片段化对大山雀营巢资源利用的影响. 生物多样性, 2010, 19(4): 383-389.
- [19] 孙吉吉, 王思宇, 王彦平, 邵德钰, 丁平. 千岛湖栖息地片段化效应对鸟类巢捕食风险的影响. 生物多样性, 2011, 19(5): 528-534.
- [20] 赵庆洋, 鲍毅新, 孙波, 张龙龙, 胡知渊. 千岛湖岛屿小型兽类群落的多样性. 兽类学报, 2009, 29(4): 406-412.
- [21] 孙波, 鲍毅新, 张龙龙, 赵庆洋. 千岛湖秋季社鼠种群年龄结构及繁殖状况初探. 兽类学报, 2009, 29(3): 112-119.
- [22] 孙波, 鲍毅新, 张龙龙, 赵庆洋, 胡知渊. 千岛湖岛屿化对社鼠的肥满度之影响. 动物学研究, 2009, 30(5): 545-552.
- [23] 沈良良, 鲍毅新, 张旭, 魏德重, 刘军. 千岛湖社鼠巢区面积的季节变化与性别差异. 浙江师范大学学报: 自然科学版, 2011, 34(3): 328-332.
- [24] 刘军, 鲍毅新, 张旭, 林杰君, 叶彬, 王艳妮. 千岛湖社鼠种群遗传现状及与生境面积的关系. 生态学报, 2012, 32(3): 758-766.
- [31] 张旭, 鲍毅新, 刘军, 林杰君, 沈良良, 王艳妮. 陆桥岛屿环境下社鼠种群数量的估算方法. 生态学报, 2012, 32(5): 1562-1569.
- [36] 宋延龄, 杨亲二, 黄水青. 物种多样性研究与保护. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1998.
- [40] 张志强, 王德华. 小型哺乳动物种群周期性波动的外因调节假说. 生态学报, 2004, 24(6): 1279-1286.
- [43] 崔庆虎, 蒋志刚, 连新明, 张同作, 苏建平. 根田鼠栖息地选择的影响因素. 兽类学报, 2005, 25(1): 45-51.
- [45] 杨月伟, 刘震, 刘季科. 食物、捕食及种间竞争对东方田鼠 (*Microtus fortis*) 种群攻击行为的作用. 生态学报, 2007, 27(10): 3983-3991.
- [47] 吕国强, 蔡振卿. 社鼠生物学特性调查初报. 植物保护, 1996, 12(3): 15-17.
- [48] 郭全宝, 张志天, 郝连义, 王英路. 蓟县燕山区社鼠生态调查. 中国鼠类防制杂志, 1987, 3(1): 32-34.
- [49] 鲍毅新, 诸葛阳. 天目山自然保护区啮齿类的研究. 兽类学报, 1984, 4(3): 197-205.
- [50] 鲍毅新, 诸葛阳. 金华北山啮齿类的生态研究. 兽类学报, 1987, 7(4): 266-274.
- [51] 祝龙彪, 钱国祯. 黑线姬鼠种群的年龄结构及种群更新的研究. 兽类学报, 1982, 2(2): 211-217.
- [52] 高智晟, 左斌, 陈继红. 鸟类对森林生境片段化的反应. 吉林农业大学学报, 2003, 25(2): 211-214.
- [53] 鲍毅新, 王跃光, 包福兴. 社鼠的生殖行为与幼鼠生长发育的初步观察. 浙江师范大学学报: 自然科学版, 1992, 15(3): 76-78.
- [54] 张美文, 黄璜, 王勇, 李波. 洞庭湖区社鼠的繁殖生态. 生态学报, 2006, 26(3): 884-894.
- [55] 张洁. 社鼠种群生态研究. 兽类学报, 1993, 13(3): 198-204.
- [56] 姜永进, 魏善武, 王祖望, 郑生武, 崔瑞贤, 孙儒泳. 海北高寒草甸甸露梅灌丛根田鼠种群生产力的研究: I 种群动态. 兽类学报, 1991, 11(4): 270-278.
- [59] 鲍毅新, 杜卫国. 社鼠肥满度与气候环境的关系. 浙江师范大学学报: 自然科学版, 2000, 23(3): 287-290.
- [62] 陈安国, 朱盛侃, 李春秋, 严志堂. 小家鼠种群数量消长同气候的关系//灭鼠和鼠类生物研究报告第四集. 北京: 科学出版社, 1981: 69-93.
- [63] 夏武平. 带岭林区小形鼠类数量动态的研究——II. 气候条件对种群数量的影响. 动物学报, 1966, 18(1): 8-21.
- [64] 丁立仲, 卢剑波, 徐高福, 邬建国. 千岛湖生态保护与建设对景观格局的影响研究. 生物多样性, 2004, 12(5): 473-480.
- [65] 夏武平, 廖崇惠, 钟文勤, 孙崇路, 田云. 内蒙古阴山北部农业区长爪沙鼠的种群动态及其调节的研究. 兽类学报, 1982, 2(1): 50-69.
- [66] 李仲来, 张万荣. 长爪沙鼠种群数量与气象因子的关系. 兽类学报, 1993, 13(2): 131-135.
- [67] 张知彬, 王祖望. 农业重要害鼠的生态学及控制对策. 北京: 海洋出版社, 1998.
- [68] 郑智民, 黄应修. 黄毛鼠种群数量季节变动及其影响因素的研究. 兽类学报, 1988, 8(3): 199-207.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 15 Aug. ,2013(Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- A review on the application of remote sensing in mangrove ecosystem monitoring SUN Yongguang, ZHAO Dongzhi, GUO Wenyong, et al (4523)
- Urban metabolism process based on emergy synthesis: Theory and method LIU Gengyuan, YANG Zhifeng, CHEN Bin (4539)
- Theoretical considerations on ecological civilization development and assessment ZHAO Jingzhu (4552)

Autecology & Fundamentals

- Assemblage composition and distribution of meiobenthos in the Yangtze Estuary and its adjacent waters in autumn-winter season Yu Tingting, XU Kuidong (4556)
- Ecological distribution and nutrient limitation of phytoplankton in adjacent sea of Guanhe Estuary in spring FANG Tao, HE Xinran, FENG Zhihua, et al (4567)
- The distribution of urea concentrations and urease activities in the coastal waters of Hainan Island during the spring HUANG Kaixuan, ZHANG Yun, OU Linjian, et al (4575)
- Effects of simulated acid rain on growth and bleeding sap amount of root in *Quercus mongolica* LIANG Xiaoqin, LIU Jian, DING Wenjuan, et al (4583)
- Allelopathic effects of organic acid allelochemicals on melon ZHANG Zhizhong, SUN Zhihao, CHEN Wenhui, et al (4591)
- Fraction changes of oxidation organic carbon in paddy soil and its correlation with CH₄ emission fluxes WU Jiamei, JI Xionghui, HUO Lianjie, et al (4599)
- Changes of soil nitrogen types and nitrate accumulation in vegetables with single or multiple application of dicyandiamide WANG Huangping, ZHANG Qing, WENG Boqi, et al (4608)
- Comparison of isolation rate of mycobacteriophage in the different type soils XU Fengyu, SU Shengbing, MA Hongxia, et al (4616)
- Effects of different acidity acid rain on yield, protein and starch content and components in two wheat cultivars BIAN Yajiao, HUANG Jie, SUN Qisong, et al (4623)
- The causes of *Gentiana straminea* Maxim. seeds dormancy and the methods for its breaking LI Bingbing, WEI Xiaohong, XU Yan (4631)
- Physiological responses of four golden-leaf trees to SO₂ stress CHONG Peifang, SU Shiping (4639)
- Influence of endosulfan and its metabolites on enzyme activities in purple soil XIONG Bailian, ZHANG Jinzhong, DAI Juan, et al (4649)

Population, Community and Ecosystem

- Seasonal dynamics of food web energy pathways at the community-level XU Jun, ZHOU Qiong, WEN Zhourui, et al (4658)
- Population dynamics of *Niviventer confucianus* in Thousand Island Lake ZHANG Xu, BAO Yixin, LIU Jun, et al (4665)
- Soil ecological stoichiometry under different vegetation area on loess hilly-gully region ZHU Qiulian, XING Xiaoyi, ZHANG Hong, et al (4674)
- Adaptation strategies of reproduction of plant community in response to grassland degradation and artificial restoration LI Yuanyuan, DONG Shikui, ZHU Lei, et al (4683)
- Effect of different *Cunninghamia lanceolata* plantation soil qualities on soil microbial community structure LIU Li, XU Mingkai, WANG Silong, et al (4692)
- Effects of different maize hybrids (inbreds) on the growth, development and population dynamics of *Rhopalosiphum maidis* Fitch ZHAO Man, GUO Xianru, LI Weizheng, et al (4707)
- Effects of forest canopy structure on understory vegetation characteristics of Funiu Mountain Nature Reserve LU Xunling, DING Shengyan, YOU Li, et al (4715)

- Influence of restoring cropland to grassland on dung beetle assemblages in Wuchuan County, Inner Mongolia, China LIU Wei, MEN Lina, LIU Xinmin (4724)
- Cu and nutrient deficiency on different effects of growth, tolerance and mineral elements accumulation between two *Elsholtzia haichouensis* populations KE Wenshan, CHEN Shijian, XIONG Zhiting, et al (4737)
- Measurement and retrieval of leaf area index using remote sensing data in Kanas National Nature Reserve, Xinjiang ZAN Mei, LI Dengqiu, JU Weimin, et al (4744)
- Landscape, Regional and Global Ecology**
- An spatial ecosystem services approach based on LUCC: a case study of Ganzhou district of Zhangye City LIANG Youjia, XU Zhongmin, ZHONG Fanglei, et al (4758)
- Spatiotemporal characteristics of *Spartina alterniflora* marsh change in the coastal wetlands of Yancheng caused by natural processes and human activities ZHANG Huabing, LIU Hongyu, Hou Minghang (4767)
- Process analysis and evaluation of wetlands degradation based on PCA in the lakeside of Napahai, Northwest Yunnan Plateau SHANG Wen, YANG Yongxing, HAN Dayong (4776)
- On eco-security evaluation in the Tumen River region based on RS&GIS NAN Ying, JI Zhe, FENG Hengdong, et al (4790)
- Evaluation and simulation of historical range of variability of forest landscape pattern in Huzhong area WU Zhifeng, LI Yuehui, BU Rencang, et al (4799)
- Effects of precipitation timing on aboveground net primary productivity in inner mongolia temperate steppe GUO Qun, HU Zhongmin, LI Xuanran, et al (4808)
- Research Notes**
- Litter production and decomposition of different forest ecosystems and their relations to environmental factors in different climatic zones of mid and eastern China WANG Jianjian, WANG Yongji, LAI Liming, et al (4818)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的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;新书评价和学术、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

本期责任副主编 赵景柱

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 15 期 (2013 年 8 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 15 (August, 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@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.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