

ISSN 1000-0933  
CN 11-2031/Q

# 生态学报

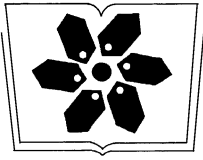
## Acta Ecologica Sinica



第32卷 第4期 Vol.32 No.4 2012

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 32 卷 第 4 期      2012 年 2 月      (半月刊)

## 目 次

固垦对南汇东滩湿地大型底栖动物的影响.....	马长安,徐霖林,田伟,等	(1007)
基于 ArcView-WOE 的下辽河平原地下水生态系统健康评价 .....	孙才志,杨磊	(1016)
京郊典型集约化“农田-畜牧”生产系统氮素流动特征 .....	侯勇,高志岭,马文奇,等	(1028)
不同辐射条件下苹果叶片净光合速率模拟.....	高照全,冯社章,张显川,等	(1037)
藏北高原典型植被样区物候变化及其对气候变化的响应.....	宋春桥,游松财,柯灵红,等	(1045)
祁连山中段林草交错带土壤水热特征及其对气象要素的响应 .....	唐振兴,何志斌,刘鹄	(1056)
祁连山青海云杉林冠生态水文效应及其影响因素.....	田风霞,赵传燕,冯兆东,等	(1066)
呼伦贝尔沙地樟子松年轮生长对气候变化的响应.....	尚建勋,时忠杰,高吉喜,等	(1077)
结合激光雷达分析上海地区一次连续浮尘天气过程.....	马井会,顾松强,陈敏,等	(1085)
福建中部近海浮游动物数量分布与水团变化的关系 .....	田丰歌,徐兆礼	(1097)
香港巨牡蛎和长牡蛎幼虫及稚贝的表型性状.....	张跃环,王昭萍,闫喜武,等	(1105)
东海原甲藻与中肋骨条藻的种间竞争特征.....	李慧,王江涛	(1115)
起始生物量比对 3 种海洋微藻种间竞争的影响.....	魏杰,赵文,杨为东,等	(1124)
不同磷条件下塔玛亚历山大藻氮的生态幅.....	文世勇,宋琍琍,龙华,等	(1133)
秦岭天然次生油松林冠层降雨再分配特征及延滞效应.....	陈书军,陈存根,邹伯才,等	(1142)
伊犁河谷北坡垂直分布格局及其与环境的关系——一种特殊的双峰分布格局.....	田中平,庄丽,李建贵	(1151)
濒危种四合木与其近缘种霸王水分关系参数和光合特性的比较.....	石松利,王迎春,周红兵,等	(1163)
干旱胁迫下黄土高原 4 种乡土禾草抗氧化特性 .....	单长卷,韩蕊莲,梁宗锁	(1174)
施加角担子菌 B6 对连作西瓜土壤微环境和西瓜生长的影响 .....	肖逸,王兴祥,王宏伟,等	(1185)
内蒙古典型草原区芨芨草群落适生境.....	张翼飞,王炜,梁存柱,等	(1193)
盐渍化灌区土壤盐分的时空变异特征及其与地下水埋深的关系.....	管孝艳,王少丽,高占义,等	(1202)
黄土高原水蚀风蚀交错区坡地土壤剖面饱和导水率空间异质性.....	刘春利,胡伟,贾宏福,等	(1211)
松嫩平原玉米带农田土壤氮密度时空格局.....	张春华,王宗明,居为民,等	(1220)
小麦冬性强弱评价体系的建立.....	王鹏,张春庆,陈化榜,等	(1230)
唐家河自然保护区高山姬鼠和中华姬鼠夏季生境选择的比较.....	黎运喜,张泽钧,孙宜然,等	(1241)
西花蓟马在 6 种蔬菜寄主上的实验种群生命表 .....	曹宇,鄧军锐,孔译贤	(1249)
同位素富集-稀释法研究食性转变对鱼类不同组织 N 同位素转化率的影响 .....	曾庆飞,谷孝鸿,毛志刚,等	(1257)
基于生态网络分析的南京主城区重要生态斑块识别.....	许文雯,孙翔,朱晓东,等	(1264)
珠三角城市绿地 CO <sub>2</sub> 通量的季节特征.....	孙春健,王春林,申双和,等	(1273)
污染场地地下水渗流场模拟与评价——以柘城县为例.....	吴以中,朱沁园,刘宁,等	(1283)
<b>专论与综述</b>		
湿地退化研究进展.....	韩大勇,杨永兴,杨杨,等	(1293)
绿洲农田氮素积累与淋溶研究述评 .....	杨荣,苏永中,王雪峰	(1308)
<b>问题讨论</b>		
抗辐射菌 <i>Deinococcus radiodurans</i> 的多样性 .....	屠振力,方俐晶,王家刚	(1318)
平茬措施对柠条生理特征及土壤水分的影响 .....	杨永胜,卜崇峰,高国雄	(1327)
<b>研究简报</b>		
祁连山典型灌丛降雨截留特征.....	刘章文,陈仁升,宋耀选,等	(1337)
野生鸭儿芹种子休眠特性及破除方法.....	喻梅,周守标,吴晓艳,等	(1347)



**封面图说:** 遗鸥群飞来——遗鸥意即“遗落之鸥”(几乎是最后才被发现的新的鸥种,因此得名)。1931年,瑞典动物学家隆伯格撰文记述在中国额济纳采到了标本。1987年,中国的鸟类学家在鄂尔多斯的桃力庙获得了一对遗鸥的标本。1990年春夏之交,发现了湖心各岛上大量的遗鸥种群。近年来的每年夏季,大约全球 90% 以上的遗鸥都会到陕西省神木县境内的沙漠淡水湖-红碱淖上聚集。遗鸥——国家一级重点保护、CITES 附录一物种。

**彩图提供:** 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201012311886

黎运喜, 张泽钧, 孙宜然, 谌利民, 杨学贵, 胡锦涛. 唐家河自然保护区高山姬鼠和中华姬鼠夏季生境选择的比较. 生态学报, 2012, 32(4): 1241-1248.

Li Y X, Zhang Z J, Sun Y R, Chen L M, Yang X G, Hu J C. A comparison of summer habitats selected by sympatric *Apodemus chevrieri* and *Apodemus draco* in Tiangjiahe Nature Reserve, China. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(4): 1241-1248.

## 唐家河自然保护区高山姬鼠和中华姬鼠 夏季生境选择的比较

黎运喜<sup>1</sup>, 张泽钧<sup>1,\*</sup>, 孙宜然<sup>1</sup>, 谌利民<sup>2</sup>, 杨学贵<sup>1</sup>, 胡锦涛<sup>1</sup>

(1. 西华师范大学珍稀动植物研究所, 南充 637002; 2. 唐家河自然保护区, 广元 628109)

**摘要:**为揭示影响高山姬鼠和中华姬鼠夏季空间分布的生态因素,采用样线法和样方取样法,于2009年6—8月在四川省唐家河国家级自然保护区内对两种姬鼠的生境选择进行了比较研究。结果表明:两种姬鼠主要利用坡度平缓,郁闭度、落叶层盖度、乔木胸径和高度较小,灌木、竹子和草本密度适中而草本盖度较大的生境;高山姬鼠频繁出现在海拔较低(1400 m左右)、草本植物较大(平均高度为16—30 cm)的生境中,而中华姬鼠频繁出现在海拔较高(1900 m左右)、草本植物较小(平均高度<15 cm)的生境中。此外,高山姬鼠频繁出现在竹林较矮(平均高度<1 m)、水源距离较近(<50 m)、植被演替阶段较低(小树林)的常绿-落叶阔叶混交林中,而中华姬鼠对这4种生态因子无明显的选择性。两种姬鼠在对生境的利用上虽具一定重叠性,但对诸多生境变量选择上的差异表明各自具有不同的生境利用模式。海拔、植被演替阶段、郁闭度和草本高度4个生境变量判别函数系数的绝对值明显大于其他变量,表明高山姬鼠和中华姬鼠在生境上的分割可能主要与这4个变量有关。生境利用模式的不同有助于两种姬鼠同域共存。

**关键词:**高山姬鼠;中华姬鼠;生境选择;共存;唐家河自然保护区

### A comparison of summer habitats selected by sympatric *Apodemus chevrieri* and *Apodemus draco* in Tiangjiahe Nature Reserve, China

LI Yunxi<sup>1</sup>, ZHANG Zejun<sup>1,\*</sup>, SUN Yiran<sup>1</sup>, CHEN Liming<sup>2</sup>, YANG Xuegui<sup>1</sup>, HU Jinchu<sup>1</sup>

1 Institute of Rare Animals and Plants, China West Normal University, Nanchong 637002, China

2 Tiangjiahe National Nature Reserve, Qingchuan 628109, China

**Abstract:** Habitat selection among allied species is one of the key supports for niche theory in ecology. Line transects and systematic sampling was used to study habitat selection by Chevrier's field mouse and the South China field mouse from June to August 2009. The two species are sympatric in the Tangjiahe Nature Reserve, Qingchuan County, Sichuan Province, China. We compared habitat plots used by both mammals and control plots reflecting the environment at large to investigate their habitat use patterns. 140 plots were measured totally. Of which, 49 were used by Chevrier's field mouse, 41 were used by South China field mouse and the rest 50 were control plots. 21 environmental variables potentially influencing their habitat selection were measured.

In univariate analysis, 16 variables were significantly different between plot groups, indicating the two mammals both have a distinct significant habitat preference. In addition, their selected habitats overlapped to some extent; they both preferred for habitats with gentle slopes, lower canopy height, significant fallen leaf ground coverage, a relatively higher

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(30670305, 30970382);四川省青年科技基金资助项目(07ZQ026-017)

**收稿日期:**2010-12-31; **修订日期:**2011-05-23

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhangzj@ioz.ac.cn



proportion of open land, larger tree diameter at breast height, greater tree height, moderate shrub bamboo and herb density, and larger herb coverage when compared with the control plots.

Significant differences in habitats selected indicated the two species have distinct habitat selection patterns. Chevrier's field mouse occurred more frequently in habitats with lower elevations (about 1400 m) and taller herbs (about 16—30 cm), while South China field mouse occurred in habitats with higher elevations (about 1900 m) and shorter herbs (<15 cm). Moreover, Chevrier's field mouse preferred for habitats characteristic of evergreen and deciduous mixed broad-leaved forests, a shorter distance to water sources (<50 m), vegetation in earlier successional stage (a small growth of trees) and shorter bamboo height (<1 m). South China field mouse proved to be more of a generalist with no prominent selectivity for the above ecological factors. This indicated the former's habitat is more decentralized while Chevrier's field mouse's habitat is more centralized or its habitat use is more specialized.

Stepwise discriminant function analysis showed the four variables of elevation, vegetation stage of succession, canopy, and herb height contributed more to habitat separation between the two small mammals than others. The higher discriminant function coefficients indicated the two species could coexist sympatrically.

Habitat-use strategies are often cited as the means by which sympatric species avoid competition. Occupying separate microhabitats is common among sympatric species. It seemed that these two small mammals can coexist and evolve in the same region contributing to their temporal and spatial separation in habitat use. Since they have similar body sizes and breeding dates and share the same food sources, we hypothesize habitat separation between the two species may not have resulted from differences in physiological and ecological requirements, but from ecological or evolutionary adjustment to reduce interspecific competition. Based on our findings, different habitat management strategies should be adopted for the two species.

**Key Words:** *Apodemus chevrieri*; *Apodemus draco*; habitat selection; coexistence; Tiangjiahe Nature Reserve

高山姬鼠(*Apodemus chevrieri*)和中华姬鼠(*Apodemus draco*)同属啮齿目(Rodentia)姬鼠属(*Apodemus*),前者是我国特有的小型兽类,分布于四川、云南、西藏、甘肃、贵州等省,后者为广布种,除在国内广泛分布外,国外还见于缅甸北部和印度阿萨姆等地<sup>[1]</sup>。在四川省唐家河自然保护区,两种姬鼠同域共存<sup>[2]</sup>,开展两种姬鼠生境选择的研究,探讨它们选择的生境特征和生境选择机制以及空间分化模式,既可为促进该地物种多样性保护提供参考,亦有助于从空间分割上深入认识近缘物种间的同域共存机制。然而,国内外近 20 a 有关两种姬鼠的报道非常有限,主要集中在小样本生态学描述<sup>[3-4]</sup>、分类<sup>[5-6]</sup>、生理生化<sup>[7-11]</sup>、繁殖及种群动态等方面<sup>[12-13]</sup>,有关两种姬鼠生境利用的研究基本空白。为此,于 2009 年 6—8 月在唐家河自然保护区就两种姬鼠的生境选择开展了比较研究,现将结果报道如下。

## 1 研究区域自然概况

唐家河自然保护区(104°36'—104°52' E, 32°30'—32°41' N)地处岷山山系龙门山西北侧,摩天岭南麓,向北毗连甘肃省白水江自然保护区,东接青川东阳沟省级自然保护区,总面积约 400 km<sup>2</sup>。区内年均气温 15—17 °C,年均降雨量 1100—1200 mm,无霜期 180 d,属亚热带季风气候。海拔落差大(1100—3864 m),保持有相对完整的山地植被垂直带谱,大致可分为 4 个带:常绿阔叶林带(1100—1500 m)、常绿-落叶混交林带(1500—2000 m)、针阔混交林带(2000—2500 m)、亚高山针叶林带+亚高山灌丛草甸带(2500—3800 m)<sup>[14-15]</sup>。

## 2 研究方法

### 2.1 样线设置

根据唐家河自然保护区内地形、地貌等特征,选择布设了 13 条(火地沟、干沟、大尖岩、石沟湾、关山岩、箭坪、小环线、加字号 I 支沟、加字号 II 支沟、上坝、果子树沟、水淋沟、白果坪)从山脚到山脊的调查样线,覆盖

保护区的各种生境类型。以五香豆干为诱饵,采用单线铗日法(鼠铗为江西省贵溪市捕鼠器械厂生产的踏板式 14.8 mm×8 mm 和 12 mm×6.8 mm 两种规格鼠铗)捕获高山姬鼠和中华姬鼠标本。沿样线下午放置鼠铗,次日上午收回。铗距 5 m,依据样线的实际长短安排放铗数量,野外工作期间共安置 3244 铗日。

## 2.2 样方设置

当捕获高山姬鼠或中华姬鼠时,以捕获点为中心,设置 10 m×10 m 和 1 m×1 m 大小正方形样方各一个,在大样方内测定植被类型、植被演替阶段、坡度、坡向、郁闭度、乔木胸径、乔木密度、乔木平均高度、灌木盖度、灌木高度、灌木密度、竹子盖度、竹子密度、竹子高度、草本盖度、落叶层盖度和空地面积比例 17 个生境因子,在小样方内测定海拔、水源距离、草本密度和草本高度 4 个生境因子,所测的 21 个生境因子分别反映了乔木层、灌木层、竹林层以及地表层不同层次的生境信息。为确保数据的独立性,当同种标本的再次捕获点和前一个捕获点的距离小于 30 m 时,不再设置生境样方。此外,为反映研究区域的整体环境状况,在每条样线上海拔每上升 120 m 处(用海拔仪测量)或遇生境改变时设置一个对照样方,样方大小及变量测量与生境样方相一致。参考 Jeffrey<sup>[16]</sup>和 Mariana<sup>[17]</sup>因子设定类型,并结合当地生境实际设定本次调查生境因子,21 个生境因子的定义及等级划分具体如下:

**植被类型** 样方所在处的植被类型特征,分常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林、落叶阔叶林、针阔混交林、针叶林、高山灌丛草甸及草坡和其他等 8 种类型。

**植被演替** 样方所在处的植被演替阶段,分为灌丛、幼苗林、小树林、成熟林和老年林 5 个阶段。

**坡度** 样方所在处的坡度,分为<6°、6—20°、21—30°、31—45°和>45°等 5 个等级。

**坡向** 样方所在处的坡向,分为东(67.5—112.5°)、东南(112.5—157.5°)、南(157.5—202.5°)、西南(202.5—247.5°)、西(247.5—292.5°)、西北(292.5—337.5°)、北(337.5—22.5°)和东北(22.5—67.5°)等 8 个坡向。

**郁闭度** 样方内植被上层林冠对地面的覆盖百分比,分为 0—20%、21%—40%、41%—60%、61%—80% 和>80% 等 5 个等级。

**乔木胸径** 样方内距捕获点或对照样方中心点最近乔木的胸径。

**乔木密度** 样方内高度>5 m 的乔木株数。

**乔木平均高度** 样方内所有乔木平均高度。

**灌木盖度** 样方内灌木对土地的覆盖程度,分为 0—20%、21%—40%、41%—60%、61%—80% 和>80% 等 5 个等级。

**灌木高度** 样方内所有灌木平均高度。

**灌木密度** 样方内灌木的株数。

**竹子盖度** 样方内的竹子盖度,分为 0—20%、21%—40%、41%—60%、61%—80% 和>80% 等 5 个等级。

**竹子密度** 样方内的竹子密度,分为(0—10)株/m<sup>2</sup>、(11—20)株/m<sup>2</sup>、(21—30)株/m<sup>2</sup>、(31—40)株/m<sup>2</sup>、(41—50)株/m<sup>2</sup>和(>50)株/m<sup>2</sup>等 6 个等级。

**竹子高度** 样方内竹子的平均高度,随机选取正方形样方内 10 株竹子测量并求其平均值,按实际测得值归入 0—1 m、1—2 m、2—3 m、3—4 m、4—5 m 和>5 m 等 6 级。

**草本盖度** 样方内草本对土地的覆盖程度,分为 0—20%、21%—40%、41%—60%、61%—80% 和>80% 等 5 个等级。

**落叶层盖度** 样方内落叶对土地覆盖程度,分为 0—20%、21%—40%、41%—60%、61%—80% 和>80% 等 5 个等级。

**空地面积比例** 样方内空地面积的比例,分为 0—20%、21%—40%、41%—60%、61%—80% 和>80% 等 5 个等级。

海拔 样方中心点的海拔高度。

水源距离 样方中心到最近水源的直线距离,分 0—50 m、51—100 m、101—150 m、151—200 m 和 >200 m 等 5 个等级。

草本密度 样方内草本密度,分为稀疏((0—15)棵/m<sup>2</sup>)、一般((16—30)棵/m<sup>2</sup>)、浓密((31—45)棵/m<sup>2</sup>)和极浓密(>45 棵/m<sup>2</sup>)4 级。

草本层高度 样方内草本植物的平均高度,随机选取正方形样方内 20 颗高度不同的草本植物,测量它们的高度并求平均值,按实际测得值归入 0—15 cm、15—30 cm、30—45 cm 和 >45 cm 等 4 级。

### 2.3 数据分析

通过 Kolmogorov-Smirnov test 检验各组数据分布的正态性。在数据满足数据正态性条件下,通过 One-way ANOVA 比较各样方组变量平均值上是否存在显著差异,否则则通过 Kruskal-Wallis Test 进行。对于在各样方组存在显著差异的变量,使用 Mann-Whitney *U* 检验比较组间生境变量上的差异,以获得两种姬鼠的生境利用模式,使用 Stepwise discriminant function analysis 揭示影响他们生境利用的主要生境因子。此外,尚通过 One-way ANOVA 就各生境变量的判别得数进行了比较,以探讨两种姬鼠在空间上的分离。

以上统计分析通过 SPSS17.0 进行。变量数值以平均值±标准差(Mean±SD)表示。显著性水平设为 0.05。

### 3 结果

野外调查时间从 2009 年 6 月到 8 月,调查共获得小型兽类标本 333 号,经鉴定有 16 种,隶属于 4 科 9 属(表 1);设调查样方 140 个,其中高山姬鼠生境样方 49 个,中华姬鼠生境样方 41 个,对对照样方 50 个。

表 1 唐家河自然保护区不同海拔梯度的小型兽类捕获情况

Table 1 Captured information of small mammals in diferent altitudinal gradients in Tiangjiahe Nature Reserve

	海拔梯度 Altitudinal gradient/m				总计/只 Total
	1100—1500	1500—2000	2000—2500	2500—3800	
置铗数 No. traps/个	1262	658	830	494	3244
捕获率 Rate of capture/%	13.07	12.01	9.04	2.83	
高山姬鼠 <i>Apodemus chevrieri</i>	42	18	5	0	65
中华姬鼠 <i>Apodemus draco</i>	14	17	38	0	69
大林姬鼠 <i>Apodemus peninsulae</i>	5	4	4	0	13
黑腹绒鼠 <i>Eothenomys melanogaster</i>	50	3	10	5	68
褐家鼠 <i>Rattus norvegicus</i>	40	5	4	1	50
社鼠 <i>Niviventer niviventer</i>	5	24	10	0	39
其它 Others*	9	8	4	8	29
总计 Total/只	165	79	75	14	333

\* 包括:小林姬鼠、大耳姬鼠、黄胸鼠、针毛鼠、大足鼠、川西田鼠、峨嵋鼯鼠、长吻鼯、鼯鼠、四川短尾鼯等 10 种小型兽类

单变量分析显示:各变量的平均值与标准差在各样方组间均存在一定差异(表 2),在 21 个变量中,仅 5 个变量(坡向、乔木密度、灌木盖度、灌木高度、空地面积比例)在各样方组间差异不显著,其余 16 个变量均差异显著。其中,海拔、植被类型、植被演替阶段、草本层高度和水源距离 5 个变量在高山姬鼠和中华姬鼠生境样方之间差异显著(表 2)。结合变量在各组中的平均值可以看出,虽然两种姬鼠对海拔和草本高度两个生境因子都有选择性,但高山姬鼠频繁出现在海拔较低(1400 m 左右),草本植物较大(平均高度为 16—30 cm)的生境中,而中华姬鼠频繁地出现在海拔较高(1900 m 左右),草本植物较小(平均高度<15 cm)的生境中。此外,高山姬鼠频繁出现在常绿-落叶混交林、植被演替阶段较低(小树林)、水源距离较近(0—50 m)和竹林较矮(平均高度<1 m)的生境中,中华姬鼠对这 4 个生境变量无选择性。

在高山姬鼠-中华姬鼠组判别函数中,海拔、植被演替阶段、郁闭度和草本高度 4 个变量判别函数系数的绝对值明显大于其他变量(表 3),表明主要由这 4 个变量导致了高山姬鼠和中华姬鼠之间的生境分离(Wilks'

$\lambda=0.426$ ,  $P=0.000$ , 正确判别率达 75.8%)。类似地,海拔是高山姬鼠生境样方和对照样方生境分离的主要原因,而在中华姬鼠生境样方和对照样方之间,郁闭度、竹林高度和草本密度发挥了主要作用(表 3)。

表 2 各生境变量组间变量的单因素方差分析或 Kruskal-Wallis T 检验以及 Mann-Whitney U 检验

Table 2 ANOVA or Kruskal-Wallis Test and Mann-Whitney U test for each variable among different plot groups

变量 Variables	高山姬鼠	中华姬鼠	对照样方	$F(P)$ 或 $X^2(P)$
	<i>A. chevrieri</i> Mean(SD)	<i>A. draco</i> Mean(SD)	Control plots Mean(SD)	
海拔 Elevation	1447.00(291.217) a	1927.93(47.664) b	2050.39(334.571) c	$F=52.219(0.000)$
坡度 Slope	2.76(0.804) a	2.54(0.126) a	3.62(1.048) b	$X^2=29.061(0.000)$
坡向 Slope aspect	5.15(2.493)	4.73(2.074)	3.78(2.094)	$F=4.767(0.100)$
植被类型 Vegetation type	2.47(1.386) a	3.66(0.223) b	3.30(1.055) b	$X^2=15.719(0.000)$
郁闭度 Canopy	2.53(1.334) a	2.35(0.193) a	3.19(1.142) b	$X^2=11.372(0.003)$
乔木胸径 Tree DBH	16.630(12.325) a	15.893(0.6210) a	21.127(7.0495) b	$F=21.639(0.000)$
乔木密度 Tree density	3.67(3.375)	4.59(0.857)	4.18(2.760)	$X^2=1.358(0.507)$
乔木平均高度 Tree height	1.061(0.8013) a	1.026(0.1245) a	2.490(1.2268) b	$X^2=42.853(0.000)$
灌木盖度 Shrub coverage	1.18(0.667)	0.95(0.078)	1.22(0.790)	$X^2=3.525(0.172)$
灌木高度 Shrub height	3.755(1.0514)	3.512(0.204)	3.857(1.2748)	$X^2=1.993(0.369)$
灌木密度 Shrub density	11.65(8.824) a	11.48(2.303) a	5.22(7.445) b	$X^2=20.397(0.000)$
竹林盖度 Shrub coverage	0.33(0.516) a	0.51(0.093) a	1.90(1.674) b	$X^2=31.393(0.000)$
竹林密度 Bamboo density	0.39(0.671) a	0.78(0.169) a	2.10(2.053) b	$X^2=28.635(0.000)$
竹林高度 Bamboo height	1.67(1.088) a	2.20(0.219)	2.73(1.132)	$X^2=16.738(0.000)$
草本层高度 Herb height	2.43(0.764) a	1.93(0.113) b	1.58(0.708) c	$X^2=26.629(0.000)$
草本盖度 Herb coverage	3.94(1.162) a	3.66(0.199) a	2.48(1.486) b	$X^2=23.144(0.000)$
草本密度 Herb density	2.65(0.830) a	2.68(0.123) a	1.78(0.800) b	$X^2=27.086(0.000)$
植被演替 Vegetation stage of succession	3.13(1.310) a	3.86(0.550) b	3.96(0.283) b	$X^2=22.179(0.000)$
落叶层盖度 Fallen leaves coverage	1.00(0.000) a	1.05(0.049) a	1.18(0.385) b	$X^2=12.727(0.002)$
空地面积比例 Open land proportion	1.39(0.759)	1.35(0.105)	1.70(1.047)	$X^2=3.610(0.164)$
水源距离 Water-source dispersion	1.65(0.903) a	2.20(0.132) b	2.52(1.502) b	$X^2=13.935(0.001)$

有相同上标或没有上标的组组之间平均值不存在显著差异,有不同上标的组组之间平均值差异显著

表 3 各变量在各组样方之间判别函数中的系数

Table 3 Discriminant coefficients of variables with significant difference across groups

变量 Variables	判别系数 Discriminant coefficients		
	高山姬鼠-中华姬鼠	高山姬鼠-对照样方	中华姬鼠-对照样方
	<i>A. chevrieri-A. draco</i>	<i>A. chevrieri-control plots</i>	<i>A. draco-control plots</i>
海拔 Elevation	0.926	0.569	-0.051
坡度 Slope	0.194	0.022	-0.009
植被类型 Vegetation type	0.271	0.303	-0.325
植被演替阶段 Vegetation stage of succession	0.508	0.141	0.146
郁闭度 Canopy	-0.477	-0.205	0.533
乔木胸径 Tree DBH	-0.008	-0.126	0.362
乔木平均高度 Tree height	-0.312	0.308	0.351
灌木密度 Shrub density	0.430	-0.211	-0.430
竹林盖度 Bamboo coverage	-0.017	0.208	0.427
竹林密度 Bamboo density	0.093	0.246	0.444
竹林高度 Bamboo height	0.385	-0.358	-0.521
草本层高度 Herb height	-0.470	0.111	0.294
草本盖度 Herb coverage	-0.015	-0.019	-0.041
草本密度 Herb density	0.380	-0.315	-0.571
水源距离 Water-source dispersion	-0.137	0.034	0.122



然而,仅 5 个变量,即海拔、乔木平均高度、竹子密度、竹子高度及落叶层盖度进入了最后的逐步判别函数方程中。这种结果的出现可能与选择变量进入判别方程的当量值标准有关(>3.84 进入方程,<2.71 则从方程剔除)。由于逐步判别函数分析只保留具有相对更大贡献的变量在方程中,因此这 5 个变量相对于其它变量在判别各组生境样方上无疑具有更大的贡献能力。共建立 2 个判别函数,对 140 个生境样方的总正确判别率达到了 73.6% (表 4)。

表 4 进入逐步判别函数方程的变量及其相应的判别系数

Table 4 Discriminant coefficients for variables entered the discriminant functions

变量 Variables	判别函数 DF1	判别函数 DF2
	Discriminant Function 1	Discriminant Function 2
海拔 Elevation	0.665	-0.914
乔木平均高度 Tree height	0.457	0.626
竹子密度 Bamboo density	0.679	0.939
竹子高度 Bamboo height	-0.611	-0.518
落叶层盖度 Fallen leaves coverage	0.535	0.086

以两个判别函数为轴的散点图形象地揭示了两种姬鼠所选择的生境在空间上的分离(图 1)。在 X 轴上,两种姬鼠选择的生境明显地偏离了对照生境(One-way ANOVA,  $F = 88.716, P < 0.001$ )。由于变量判别函数系数绝对值越大,其对相应判别函数的贡献能力即越强,因此在 X 轴上,海拔和竹子密度应是导致两种姬鼠生境样方和对照样方分离的主要原因。类似地,海拔、乔木平均高度及竹子密度导致了两种姬鼠 Y 轴上生境发生分离的主要原因(One-way ANOVA,  $F = 18.129, P < 0.001$ )。

#### 4 讨论

生境是动物生活的场所,也是完成其生命过程的空间,动物通过选择适宜的生境来调整自身与环境之间的关系,就能使自身处于最佳状态。动物的生境选择不但受到遗传性、种内竞争、种间竞争和捕食者因素的影响,而且受到与动物生存和繁殖有关的环境因素影响,但有学者认为种内竞争和种间竞争等因素要比生境因素本身更加影响动物选择生境选择<sup>[18]</sup>。高山姬鼠和中华姬鼠都比较集中在夏季进行繁殖<sup>[1,12]</sup>,活动范围比其他季节大,种群数量亦迅速扩大,种内竞争和种间竞争亦趋激烈。因此在夏季调查这两个近缘物种生境利用的情况,对探讨其同域共存的机制具有一定意义。

本次调查的 21 个生境因子中,两种姬鼠对坡向、乔木密度、灌木盖度、灌木高度和空地面积比例 5 个生境因子无选择性,都喜欢坡度平缓、郁闭度、落叶层盖度、乔木胸径和高度较小,灌木、竹子和草本密度适中,草本盖度较大的生境,可见两种姬鼠在生境利用上存在相似的重叠情况

(表 2),这可能因为小型哺乳动物的分布依赖于环境为其提供食物和隐蔽条件等基本要素,植物群落的结构特征在很大程度上决定着它们的种群数量和空间分布<sup>[19-21]</sup>。在唐家河保护区,两种姬鼠主要分布在 2000 m 以下的中低海拔地区的各种阔叶林中,植被较茂密、种类多,能给两种姬鼠提供丰富食源条件。高山姬鼠喜食植物种籽<sup>[15]</sup>,中华姬鼠喜食嫩叶、嫩草<sup>[21]</sup>,地面草本植物是它们主要的食物资源,所以两种姬鼠都选择草本植物丰富的生境,一定的草本盖度的生境不但为这两种植食性小兽提供丰富的食物,而且为它们提供了很好

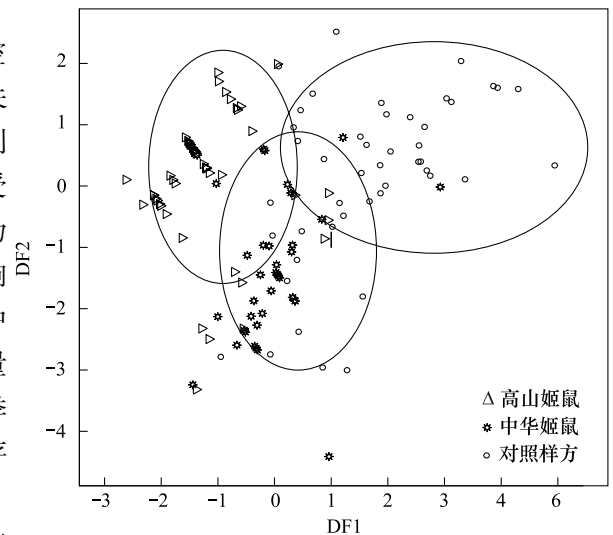


图 1 高山姬鼠、中华姬鼠及对照样方样方的散点图

Fig. 1 Scatterplot for habitat plots of *Apodemus chevieri*, *Apodemus draco*, and control plots



的隐蔽场所。数据分析显示:两种姬鼠所选择的灌木、竹子和草本密度都不太大,这与门兴元对高山姬鼠的研究结果一致<sup>[19]</sup>,对高原鼠兔<sup>[20]</sup>布氏田鼠<sup>[21]</sup>的研究也有类似结论。这可能与它们的反捕食策略有关。因为栖息地的环境影响隐蔽性<sup>[22]</sup>,小型兽类生性机警,郁闭栖息地可能是一种风险源,因为栖息的郁闭过大,不利于其观察周围的情况,从而增加了被捕食的风险。另外,两种姬鼠都是群居性动物,过于郁闭的生境可能有碍它们的社群性行为 and 通讯。

另一方面,两种姬鼠又在其它生境因子选择上存在很大差异,主要体现在空间分布、生境利用和资源利用上的分化。在空间分布上中华姬鼠分布范围明显比高山姬鼠大,偏好海拔高度大多高于高山姬鼠生境,因两种姬鼠的繁殖期一致,推测可能与中华姬鼠通过扩展分布区域而降低与高山姬鼠的存竞争有关。在考察的 21 个生境变量中,其中 5 个变量在两种姬鼠之间存在显著差异,有 3 个变量(植被类型、植被演替阶段、水源距离)的差异来自高山姬鼠的偏好而中华姬鼠未表现出明显的选择性,虽然另外 2 个变量(海拔和草本高度)两种姬鼠都表现出明显的选择性,但是所偏好的具体生境特征也不同。对两种姬鼠所选择的生境判别函数分析发现,海拔、草本高度、郁闭度和植被演替阶段 4 个生境变量在它们生境分离中发挥了重要的作用。生境变量选择差异显示出它们不同的生境利用模式。依据竞争排斥原理:生态位相同的两个物种不能在同一地区内共存,如果生活在同一地区内,由于剧烈的竞争,它们之间必然出现栖息地、食性、活动时间或其它特征上的生态位分化<sup>[14]</sup>。生境分离是同域分布物种生态位分离的最普遍形式<sup>[14,23-24]</sup>,物种之间在生境利用上的分离通常被认为有助于彼此之间的同域共存。对两种姬鼠的研究一定程度上验证了上述原理。就同域分布的物种而言,其生境分离通常可以通过两种机制产生:(1)分化的生境利用来自于减少种间竞争的进化调整;(2)分化的生境利用来自于各自有别的生理或生态上的需求<sup>[23]</sup>。两种姬鼠繁殖期一致且体型大体相同,对横断山区低纬度、高海拔、年平均温度较低的生存环境表现出较强的适应性<sup>[9-12]</sup>,因此它们生境上的分离可能是因竞争导致的生态调整的结果,而非各自生理与生态上的需求。

总之,虽然在资源生态位上有部分重叠,但在长期的进化过程中,高山姬鼠和中华姬鼠获得了最大的广义适合度,在空间生态位、生境的利用方式上明显不同,从而达到相互适应,长期共存。对绵羊(*Ovis aries*)<sup>[25]</sup>等的研究已经表明种群密度及生境质量暂时性变化也会导致动物生境选择的变化,高山姬鼠和中华姬鼠的生境选择是否有类似的规律,有待进一步深入研究。

**致谢:**野外工作期间得到四川省唐家河自然保护区管理处的大力支持和帮助,保护区季元斌、杨俊、杨松等同志直接参与了本次调查工作,在此一并致谢。

## References:

- [ 1 ] Huang W J, Chen Y X, Wen Y X. Chinese Rodent. Shanghai: Fudan University Press, 1995: 129-130; 309-310.
- [ 2 ] Wang Y, Wang X M, Hu J C, Chen L M. A preliminary research on small mammal community structure at Tangjiahe Natural Reserve, Sichuan province, China. Acta Theriologica Sinica, 2003, 23(1): 39-44.
- [ 3 ] Zhang F G, Zhang Z C, Jiang Z Y, Mose D R. The bioresearch of *Apodemus chevrieri*. Chinese Journal of Vector Biology and Control, 1995, 6(6), 448-450.
- [ 4 ] Yang G R, Zhang L Q, Gong Z D, Yu Z Z, Xie B Q, Yang X S. The ecology survey of *Apodemus draco* in Yunnan. Chinese Journal of Zoology, 1990, 25(5): 24-28.
- [ 5 ] Liu X M, Wei F W, Li M, Feng Z J, A review of the phylogenetic study on the genus *Apodemus* of China. Acta Theriologica Sinica, 2002, 22(1): 46-52.
- [ 6 ] Wu P W, Zhou C Q, Wang Y N, Hu J C, Zhang C D. Comparison between the medullary indexes of hairs from *Apodemus orestes* and *A. draco*, with discussion about the taxonomic status of *A. orestes*. Zoological Research, 2004, 25(6): 534-537.
- [ 7 ] Wu D L. An analysis on body chemical compositions of *Apodemus draco*. Acta Theriologica Sinica, 1993, 13(1): 75-80.
- [ 8 ] Fu B Q, Chen W, Gao W, Zhang K X, Yuan H, Rui Z S, Li J H. Interspecific differences of isozyme systems between *Apodemus draco* and *Apodemus peninsulae*. Acta Theriologica Sinica, 1998, 18(4): 304-310.
- [ 9 ] Li X T, Wang R, Wang B, Meng L H, Liu C Y, Wang Z K. Thermoregulation and evaporative water loss in *Apodemus draco* from the Hengduan Mountains region. Acta Theriologica Sinica, 2009, 29(3): 302-309.
- [ 10 ] Jiang W X, Wang B, Wang R, Wang Z K. The energy strategies of the *Apodemus chevrieri* during cold exposure. Chinese Journal of Zoology, 2009,

- 44(4): 142-149.
- [11] Wang B, Liu C Y, Lian X, Wang Z K. Accommodation of body energy contents in *Apodemus chevrieri* in Hengduan Mountain region. Chinese Journal of Zoology, 2008, 43(5): 139-143.
- [12] Wu D L. On reproduction of *Apodemus draco* in the Ailao mountains. Acta Theriologica Sinica, 1994, 14(1): 71-72.
- [13] Chen W, Fu B Q, Gao W. The preliminary analysis on the population ecology of chinese field mouse (*Apodemus draco*). Acta Theriologica Sinica, 1994, 14(4): 313-314.
- [14] Wu H, Hu J C. A comparison in spring and winter habitat selection of *Takin*, *Sutow* and *Groal* in Tangjiahe, Sichuan. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(10): 1627-1633.
- [15] Wang Y N, Zhou C Q, Zhang J, Zhou Y B, Hu J C, Xiong Y W. Spatial niche of the rodents in summer in Tangjiahe Nature Reserve. Acta Theriologica Sinica, 2005, 25(1): 39-44.
- [16] Kaminski J A, Davis M L, Kelly M, Keyser P D. Disturbance effects on small mammal species in a managed appalachian forest. American Midland Naturalist, 2007, 157(2): 385-397.
- [17] Lozada M, Guthmann N, Baccala N. Microhabitat selection of five sigmodontine rodents in a forest-steppe transition zone in northwestern Patagonia. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 2000, 35(2): 85-90.
- [18] Wei F W, Feng Z J, Wang Z W. Brief introduction to the habitat selection by wild animals. Chinese Journal of Zoology, 1998, 33(4): 48-52.
- [19] Men X Y, Guo X G, Dong W G, Qian T J. Habitat selection of *Apodemus chevrieri* and *Eothenomys miletus* in plague foci of Northwest Yunnan province. Chinese Journal of Ecology, 2007, 26(1): 67-72.
- [20] Wang Y, Wang X M, Wang Z H, Giraudoux P, Takahashi K, Alastair G. Primary Study on Habitat Choice of *Plateau Pika* (*Ochotona curzoniae*). Journal of Sichuan University: Natural Science Edition, 41(4): 1041-1045.
- [21] Zhong W Q, Zhou Q Q, Wang G H, Sun C L, Zhou P Y, Liu W Z, Jia Y P. The design for the ecological mangement of *brandts vole pest* and its application. Acta Theriologica Sinica, 1991, 11(3): 204-212.
- [22] Sun R Y. The Principles of Animal Ecology. 3rd ed. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001: 348-361.
- [23] Zhang Z J, Wei F W, Li M, Hu J C. Winter microhabitat separation between Giant and Red Pandas in *Bashania faberi* Bamboo Forest in Fengtongzhai Nature Reserve. The Journal of Wildlife Management, 2006, 70(1): 231-235.
- [24] Wei F W, Feng Z J, Wang Z W, Hu J C. Habitat use and separation between the giant and the red panda. Journal of Mammalogy, 2000, 81(2): 448-455.
- [25] Ragnhild M, Atle M, Leif E, Øystein H, Gunnar A. Density dependent and temporal variability in habitat selection by a large herbivore; an experimental approach, Oikos, 2009, 118(2): 209-218.

#### 参考文献:

- [1] 黄文几, 陈延熹, 温业新. 中国啮齿类. 上海: 复旦大学出版社, 1995: 129-130, 309-310.
- [2] 王涓, 王小明, 胡锦涛, 谌利民. 唐家河自然保护区小型兽类群落结构. 兽类学报, 2003, 23(1): 39-44.
- [3] 张甫国, 张正纯, 江正阳, 莫色打尔. 高山姬鼠生物学研究. 中国媒介生物学及控制杂志, 1995, 6(6): 448-450.
- [4] 杨光荣, 张力群, 龚正达, 余自忠, 解宝琦, 杨学时. 云南中华姬鼠的生态观察. 动物学杂志, 1990, 25(5): 24-28.
- [5] 刘晓明, 魏辅文, 李明, 冯祚建. 中国姬鼠属的系统学研究述评. 兽类学报, 2002, 22(1): 46-52.
- [6] 吴攀文, 周材权, 王艳妮, 胡锦涛, 张承德. 长尾姬鼠、中华姬鼠毛髓质指数比较及长尾姬鼠分类地位的探讨. 动物学研究, 2004, 25(6): 534-537.
- [7] 吴德林. 中华姬鼠体组织化学成分的分析. 兽类学报, 1993, 13(1): 75-80.
- [8] 傅必谦, 陈卫, 高武, 张可心, 袁虹, 芮朝胜, 李举怀. 中华姬鼠与大林姬鼠的同工酶差异. 兽类学报, 1998, 18(4): 304-310.
- [9] 李晓婷, 王睿, 王蓓, 孟丽华, 刘春燕, 王政昆. 横断山区中华姬鼠的体温调节和蒸发失水. 兽类学报, 2009, 29(3): 302-309.
- [10] 姜文秀, 王蓓, 王睿, 王政昆. 冷驯化条件下高山姬鼠能量对策的初步研究. 动物学杂志, 2009, 44(4): 142-149.
- [11] 王蓓, 刘春燕, 练硝, 王政昆. 横断山区高山姬鼠身体能值的适应性调节. 动物学杂志, 2008, 43(5): 139-143.
- [12] 吴德林. 哀牢山中华姬鼠的繁殖. 兽类学报, 1994, 14(1): 71-72.
- [13] 陈卫, 傅必谦, 高武. 中华姬鼠种群生态的初步分析. 兽类学报, 1994, 14(4): 312-313.
- [14] 吴华, 胡锦涛. 四川唐家河羚牛、鬃羚、斑羚春冬季生境选择比较研究. 生态学报, 2001, 21(10): 1627-1633.
- [15] 王艳妮, 周材权, 张君, 周友兵, 胡锦涛, 熊耀武. 唐家河自然保护区夏季啮齿类的空间生态位. 兽类学报, 2005, 25(1): 39-44.
- [18] 魏辅文, 冯祚建, 王祖望. 野生动物对生境选择的研究概况. 动物学杂志, 1998, 33(4): 48-52.
- [19] 门兴元, 郭宪国, 董文鸽, 钱体军. 滇西北鼠疫自然疫源地齐氏姬鼠和大绒鼠对不同生境的选择. 生态学杂志, 2007, 26(1): 67-72.
- [20] 王涓, 王小明, 王正寰, Giraudoux P, Takahashi K, Alastair G. 高原鼠兔生境选择的初步研究. 四川大学学报: 自然科学版, 41(4), 1041-1045.
- [21] 钟文勤, 周庆强, 王广和, 孙崇潞, 周丕义, 刘文智, 贾永平. 布氏田鼠鼠害生态治理方法的设计及其应用. 兽类学报, 1991, 11(3): 204-212.
- [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, 2001: 348-361.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 4 February, 2012 (Semimonthly)  
CONTENTS

The influence of a reclamation project on the macrobenthos of an East Nanhui tidal flat ..... MA Changan, XU Linlin, TIAN Wei, et al (1007)

Ecological health assessment of groundwater in the lower Liaohe River Plain using an ArcView-WOE technique ..... SUN Caizhi, YANG Lei (1016)

Nitrogen flows in intensive “crop-livestock” production systems typically for the peri-urban area of Beijing ..... HOU Yong, GAO Zhiling, MA Wenqi, et al (1028)

The simulation of leaf net photosynthetic rates in different radiation in apple canopy ..... GAO Zhaoquan, FENG Shezhang, ZHANG Xianchuan, et al (1037)

Phenological variation of typical vegetation types in northern Tibet and its response to climate changes ..... SONG Chunqiao, YOU Songcai, KE Linghong, et al (1045)

Soil moisture and temperature characteristics of forest-grassland ecotone in middle Qilian Mountains and the responses to meteorological factors ..... TANG Zhenxing, HE Zhibin, LIU Hu (1056)

Eco-hydrological effects of Qinghai spruce (*Picea crassifolia*) canopy and its influence factors in the Qilian Mountains ..... TIAN Fengxia, ZHAO Chuanyan, FENG Zhaodong, et al (1066)

Response of tree-ring width of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* to climate change in Hulunbuir sand land, China ..... SHANG Jianxun, SHI Zhongjie, GAO Jixi, et al (1077)

Analysis of a dust case using lidar in Shanghai ..... MA Jinghui, GU Songqiang, CHEN Min, et al (1085)

Relating the distribution of zooplankton abundance in the coastal waters of central Fujian Province to the seasonal variation of water masses ..... TIAN Fengge, XU Zhaoli (1097)

Phenotypic traits of both larvae and juvenile *Crasstrea hongkongensis* and *C. gigas* ..... ZHANG Yuehuan, WANG Zhaoping, YAN Xiwu, et al (1105)

Inter-specific competition between *Prorocentrum donghaiense* and *Skeletonema costatum* ..... LI Hui, WANG Jiangtao (1115)

Effects of initial biomass ratio on the interspecific competition outcome between three marine microalgae species ..... WEI Jie, ZHAO Wen, YANG Weidong, et al (1124)

On the ecological amplitude of nitrate of *Alexandrium tamarense* at different initial phosphate concentrations in laboratory cultures ..... WEN Shiyong, SONG Lili, LONG Hua, et al (1133)

Time lag effects and rainfall redistribution traits of the canopy of natural secondary *Pinus tabulaeformis* on precipitation in the Qinling Mountains, China ..... CHEN Shujun, CHEN Cungen, ZOU Bocai, et al (1142)

The vertical distribution of vegetation patterns and its relationship with environment factors at the northern slope of Ili River Valley: a bimodal distribution pattern ..... TIAN Zhongping, ZHUANG Li, LI Jianguo (1151)

Comparative analysis of water related parameters and photosynthetic characteristics in the endangered plant *Tetraena mongolica* Maxim. and the closely related *Zygophyllum xanthoxylon* (Bunge) Maxim. .... SHI Songli, WANG Yingchun, ZHOU Hongbing, et al (1163)

Antioxidant properties of four native grasses in Loess Plateau under drought stress ..... SHAN Changjuan, HAN Ruilian, LIANG Zongsuo (1174)

The effects of the addition of *Ceratobasidium stevensii* B6 and its growth on the soil microflora at a continuously cropped water-melon (*Citrullus lanatus*) site in China ..... XIAO Yi, WANG Xingxiang, WANG Hongwei, et al (1185)

Suitable habitat for the *Achnatherum splendens* community in typical steppe region of Inner Mongolia ..... ZHANG Yifei, WANG Wei, LIANG Cunzhu, et al (1193)

Spatio-temporal variability of soil salinity and its relationship with the depth to groundwater in salinization irrigation district ..... GUAN Xiaoyan, WANG Shaoli, GAO Zhanyi, et al (1202)

Spatial heterogeneity of soil saturated hydraulic conductivity on a slope of the wind-water erosion crisscross region on the Loess Plateau ..... LIU Chunli, HU Wei, JIA Hongfu, et al (1211)

Spatial and temporal variations of total nitrogen density in agricultural soils of the Songnen Plain Maize Belt ..... ZHANG Chunhua, WANG Zongming, JU Weimin, et al (1220)

The evaluation system of strength of winteriness in wheat ..... WANG Peng, ZHANG Chunqing, CHEN Huabang, et al (1230)

A comparison of summer habitats selected by sympatric *Apodemus chevrieri* and *Apodemus draco* in Tiangjiahe Nature Reserve, China ..... LI Yunxi, ZHANG Zejun, SUN Yiran, et al (1241)

Life tables for experimental populations of *Frankliniella occidentalis* on 6 vegetable host plants ..... CAO Yu, ZHI Junrui, KONG Yixian (1249)

Effect of diet switch on turnover rates of tissue nitrogen stable isotopes in fish based on the enrichment-dilution approach ..... ZENG Qingfei, GU Xiaohong, MAO Zhigang, et al (1257)

Recognition of important ecological nodes based on ecological networks analysis: A case study of urban district of Nanjing ..... XU Wenwen, SUN Xiang, ZHU Xiaodong, et al (1264)

Seasonal characteristics of CO<sub>2</sub> fluxes above urban green space in the Pearl River Delta, China ..... SUN Chunjian, WANG Chunlin, SHEN Shuanghe, et al (1273)

Simulation and evaluation of groundwater seepage in contaminated sites: case study of TuoCheng County ..... WU Yizhong, ZHU Qinyuan, LIU Ning, LU Genfa, DAI Mingzhoet al (1283)

**Review and Monograph**

Recent advances in wetland degradation research ..... HAN Dayong, YANG Yongxing, YANG Yang, LI Ke (1293)

A review concerning nitrogen accumulation and leaching in agro-ecosystems of oasis ..... YANG Rong, SU Yongzhong, WANG Xuefeng (1308)

**Discussion**

The diversity of the radio-resistant bacteria *Deinococcus radiodurans* ..... TU Zhenli, FANG Lijing, WANG Jiagang (1318)

Effect of pruning measure on physiology character and soil waters of *Caragana korshinskii* ..... YANG Yongsheng, BU Chongfeng, GAO Guoxiong (1327)

**Scientific Note**

Characteristics of rainfall interception for four typical shrubs in Qilian Mountain ..... LIU Zhangwen, CHEN Rensheng, SONG Yaoxuan, et al (1337)

Dormancy break approaches and property of dormant seeds of wild *Cryptotaenia japonica* ..... YU Mei, ZHOU Shoubiao, WU Xiaoyan, et al (1347)

# 《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,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,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 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 32 卷 第 4 期 (2012 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 4 2012

<b>编 辑</b>	《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	<b>Edited by</b>	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
<b>主 编</b>	冯宗炜	<b>Editor-in-chief</b>	FENG Zong-Wei
<b>主 管</b>	中国科学技术协会	<b>Supervised by</b>	China Association for Science and Technology
<b>主 办</b>	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	<b>Sponsored by</b>	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
<b>出 版</b>	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100071	<b>Published by</b>	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
<b>印 刷</b>	北京北林印刷厂	<b>Printed by</b>	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
<b>发 行</b>	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100071 电话:(010)64034563 E-mail: journal@espg.net	<b>Distributed by</b>	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@espg.net
<b>订 购</b>	全国各地邮局	<b>Domestic</b>	All Local Post Offices in China
<b>国外发行</b>	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	<b>Foreign</b>	China International Book Trading Corporation Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China
<b>广告经营 许 可 证</b>	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 70.00 元