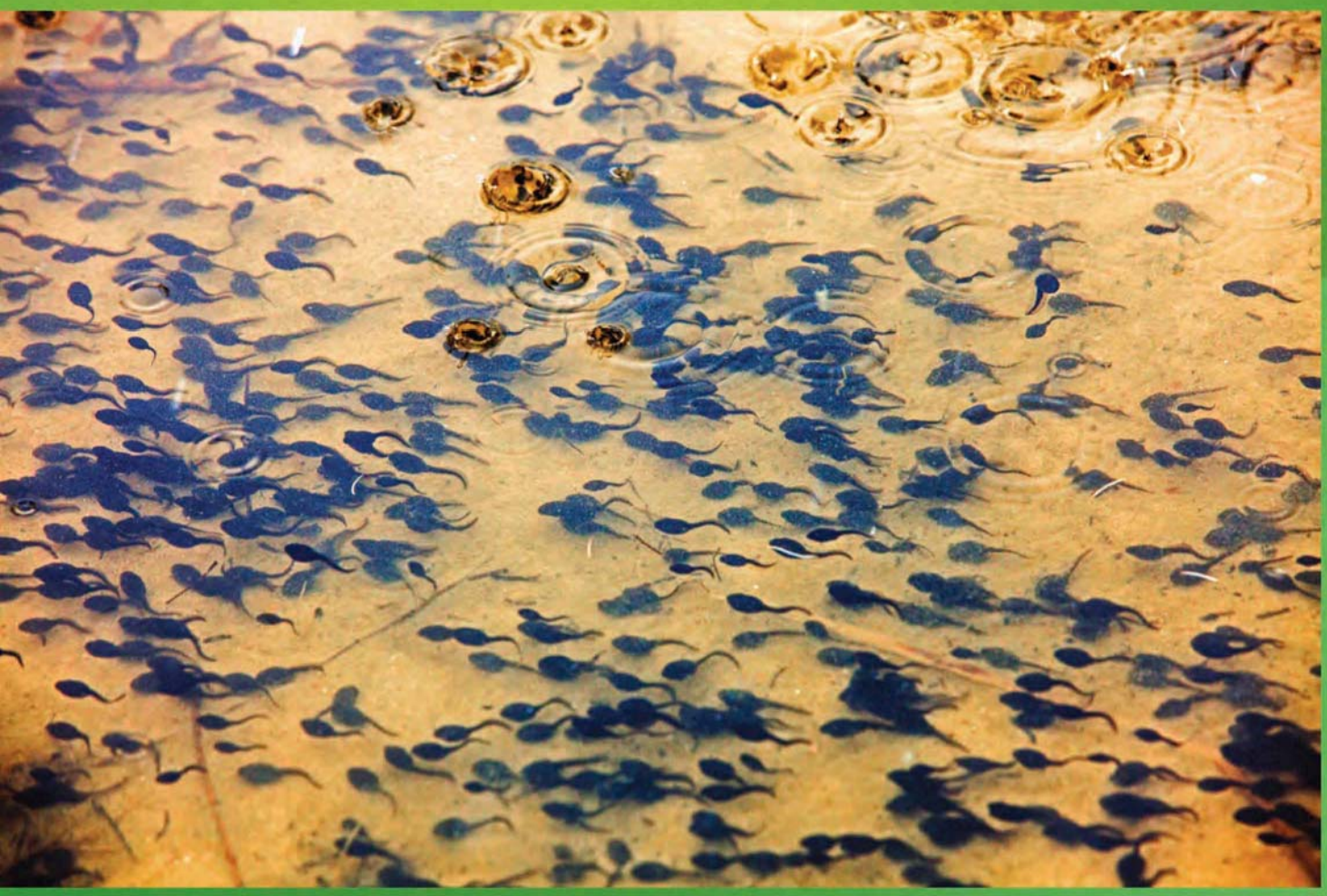
ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 34 卷 第 4 期 Vol.34 No.4 2014

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版

中国科学院科学出版基金资助出版

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 4 期　　2014 年 2 月　(半月刊)

目　　次

前沿理论与学科综述

富营养化湖泊溶解性有机碳生物可利用性研究进展 …… 叶琳琳,孔繁翔,史小丽,等 (779)

黄河下游平原农业景观中非农生境植物多样性 …… 卢训令,梁国付,汤　茜,等 (789)

个体与基础生态

锰胁迫对杠板归细胞超微结构的影响 …… 王　钧,邬　卉,薛生国,等 (798)

不同渗氧能力水稻品种对砷的耐性和积累 …… 吴　川,莫竞瑜,薛生国,等 (807)

弱光下水分胁迫对不同产地披针叶茴香幼苗生理特性的影响…… 曹永慧,周本智,陈双林 (814)

不同分枝数对桑树幼苗生长发育的影响 …… 郇慧慧,胥　晓,刘　刚,等 (823)

斑膜合垫盲蝽若虫在国槐上的空间分布型及抽样技术 …… 朱惠英,沈　平,吴建华,等 (832)

连作苹果园土壤真菌的 T-RFLP 分析 …… 尹承苗,王功帅,李园园,等 (837)

棉隆对苹果连作土壤微生物及平邑甜茶幼苗生长的影响 …… 刘恩太,李园园,胡艳丽,等 (847)

两株具有芘降解功能的植物内生细菌的分离筛选及其特性 …… 孙　凯,刘　娟,李　欣,等 (853)

种群、群落和生态系统

温度对柑橘始叶螨实验种群生长发育繁殖的影响 …… 李迎洁,王梓英,张国豪,等 (862)

高原鼠兔有效洞穴密度对青藏高原高寒草甸群落植物生态位的影响…… 贾婷婷,毛　亮,郭正刚 (869)

三工河流域琵琶柴群落特征与土壤因子的相关分析 …… 赵学春,来利明,朱林海,等 (878)

岷江干旱河谷造林对土壤微生物群落结构的影响 …… 王卫霞,罗　达,史作民,等 (890)

滩涂围垦和土地利用对土壤微生物群落的影响 …… 林　黎,崔　军,陈学萍,等 (899)

福寿螺对稻田水生植物群落结构的影响 …… 赵本良,章家恩,戴晓燕,等 (907)

4 种木本植物在潜流人工湿地环境下的适应性与去污效果 …… 陈永华,吴晓芙,郝　君,等 (916)

基于静态箱式法和生物量评估海北金露梅灌丛草甸碳收支 …… 李红琴,李英年,张法伟,等 (925)

初始 pH 值对碱性和酸性水稻土微生物铁还原过程的影响 …… 吴　超,曲　东,刘　浩 (933)

景观、区域和全球生态

库姆塔格柽柳沙包年层稳定碳同位素与气候环境变化 …… 张锦春,姚　拓,刘长仲,等 (943)

资源与产业生态

大棚甜瓜蒸腾规律及其影响因子 …… 张大龙,常毅博,李建明,等 (953)

盐胁迫下荒漠共生植物红砂与珍珠的根茎叶中离子吸收与分配特征 …… 赵　昕,杨小菊,石　勇,等 (963)

普通鹿蹄草品质与根际和非根际土壤的关系…… 耿增超,孟令军,刘建军 (973)

作物种植前后土壤有机质及养分因子的空间变异分析 …… 方　斌,吴金凤 (983)

城乡与社会生态

城市河流健康评价指标体系构建及其应用 …… 邓晓军,许有鹏,翟禄新,等 (993)
西藏生态足迹与承载力动态分析…… 安宝晟,程国栋 (1002)

研究简报

三峡库区岸坡消落带草地、弃耕地和耕地土壤微生物及酶活性特征 …… 马　朋,李昌晓,雷　明,等 (1010)
盐胁迫对 2 种栎树苗期生长和根系生长发育的影响…… 王树凤,胡韵雪,孙海菁,等 (1021)
恒温和变温驯化对大蟾蜍蝌蚪热耐受性的影响 …… 王立志 (1030)

学术信息与动态

国际生物土壤结皮研究发展态势文献计量分析…… 贺郝钰,侯春梅,迟秀丽,等 (1035)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 264 * zh * P * ￥90.00 * 1510 * 30 * 2014-02

封面图说:大蟾蜍蝌蚪群——大蟾蜍别名癞蛤蟆,体长达 10cm 以上,身体肥胖,四肢短,步态及齐足跳的姿势具特征性。其背部皮肤厚而干燥,通常有疣,呈黑绿色,常有褐色花斑,趾间具蹼。毒腺在背部的疣内,受惊后毒腺分泌或射出毒液。大蟾蜍早春在水中繁殖,可迁移至 1.5km 外或更远的适合繁殖的池塘,产卵量很大,产卵数天后蝌蚪即可孵出,1—3 个月后发育为蟾。大蟾蜍常作为实验动物或药用动物,其耳后腺和皮肤腺的白色分泌物可制成“蟾酥”,可治疗多种疾病。研究表明,大蟾蜍蝌蚪最高逃避温度和最高致死温度比最适温度产生的影响要大。

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/stxb201305050926
贾婷婷,毛亮,郭正刚.高原鼠兔有效洞穴密度对青藏高原高寒草甸群落植物生态位的影响.生态学报,2014,34(4):869-877.
Jia T T, Mao L, Guo Z G.Effect of available burrow densities of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) on plant niche of alpine meadow communities in the Qinghai-Tibet Plateau.Acta Ecologica Sinica,2014,34(4):869-877.

高原鼠兔有效洞穴密度对青藏高原高寒草甸群落植物生态位的影响

贾婷婷,毛 亮,郭正刚*
(兰州大学草地农业科技学院 草地农业生态系统国家重点实验室, 兰州 730020)

摘要:高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)有效洞穴密度扩增会引起高寒草甸植物群落组分的变化。采用野外调查方法研究了高原鼠兔有效洞穴密度对青藏高原高寒草甸群落植物生态位的影响。结果表明:随高原鼠兔有效洞穴密度增加,样方内植物种数逐渐增多,但主要是毒杂草,有效洞穴密度超过 15 个/625m^{2}时豆科植物出现。优势种高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)的重要值随有效洞穴密度增加呈单峰曲线,峰值出现在 15 个/625m^2。有效洞穴密度低于或等于 21 个/625m^{2}时,优势种高山嵩草生态位宽度位居第一,但有效洞穴密度达 31 个/625m^{2}时,其生态位宽度降至并列第三,低于小米草(*Euphrasia pectinata*)和钝裂银莲花(*Anemone obtusiloba*),等同于小花草玉梅(*Anemone rivularis*)和乳浆大戟(*Euphorbia esula*)。有效洞穴密度分别为 10 个/625m^2,15 个/625m^2,21 个/625m^2,31 个/625m^{2}时,与高山嵩草生态位重叠度最大的物种分别为莓叶委陵菜(*Potentilla fragarioides*)、圆叶筋骨草(*Ajuga ovalifolia*)、乳浆大戟、条叶垂头菊(*Cremanthodium lineare*)。有效洞穴密度为 10 个/625m^{2}时,高山嵩草是群落内种群间竞争最激烈的一方,但有效洞穴密度超过或等于 15 个/625m^{2}时,高山嵩草则退出了种群间竞争最激烈的双方。说明高原鼠兔有效密度增加严重影响了高寒草甸群落组分、重要值、生态位宽度和生态位重叠值。

关键词:高原鼠兔; 重要值; 生态位宽度; 生态位重叠值; 高寒草甸群落

Effect of available burrow densities of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) on plant niche of alpine meadow communities in the Qinghai-Tibet Plateau

JIA Tingting, MAO Liang, GUO Zhenggang*
State Key Laboratory of Grassland Agro-ecosystems, College of Pastoral Agriculture Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020, *China*

Abstract: The increase of available burrow density of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) affects place or function of different plant in alpine meadow communities. A field survey was carried out to determine the effect of available burrow densities of plateau pika on plant niche characteristics of alpine meadow communities in the Qinghai-Tibet Plateau. This study showed that the number of present plant species increased and the more unpalatable plants were identified as the available burrow density of plateau pika increased. The legume plants were found as the available burrow density was over 15 per 625m^2. With the increase of the available burrow density, the important value of *Kobresia pygmaea*, dominant plant, firstly increased and then decreased, peaking at 15 per 625m^2 available burrow density. The niche breadth of *K. pygmaea* was the biggest among all plant populations of alpine meadow communities when the available burrow density was or below 21 per 625m^2, but it became the tie for third and was lower than that of *Euphrasia pectinata* and *Anemone obtusiloba*, and equated to the niche breadth of *A. rivularis* and *Euphorbia esula* when the available burrow density was 31 per 625m^2. The plants with the biggest niche overlap with *K. pygmaea* were *P. fragarioides*, *Ajuga ovalifolia*, *E. esula*, *Cremanthodium*

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31172258); 国家行业公益资助项目(201203041); 国家科技支撑资助项目(2012BAD13B05)
收稿日期:2013-05-05; **修订日期**:2013-10-15

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: guozhg@lzu.edu.cn

lineare, at 10, 15, 21, 31 per 625m^2 available burrow density respectively. The *K. pygmaea* was one of two populations which had the biggest coefficient of niche overlap at 10 per 625m^2. However, *K. pygmaea* was not involved in the populations which had the biggest coefficient of niche overlaps when the available burrow density was or over 15 per 625m^2. These results suggested that the increase of available burrow density of plateau pika changed the important value, niche breadth and niche overlap of different plant population in alpine meadow communities.

Key Words: plateau pika; important value; niche breadth; niche overlap; alpine meadow community

高原鼠兔(*Ochotona curzoniae*)是青藏高原高寒草甸生态系统的关键种[1],这种特有的小型哺乳动物在高寒草甸生态系统中的作用随其种群密度而发生明显变化[2]。当高原鼠兔密度适宜时,其通过采食和挖掘活动传播和扩散植物种子[3],改善土壤通透性,提高土壤水分涵养能力[4],优化高寒草甸植物群落,增加物种多样性和可食牧草生物量[5]。但当高原鼠兔密度极度扩展且超过高寒草甸生态系统承载力的范畴时,则会引起土壤和草甸植被退化,土壤养分随地表径流流失,优势种植物和主要伴生种发生更替[6],说明高寒草甸群落内植物种群的地位和作用随高原鼠兔密度变化而需要做出适应性应答,以适应变化后的新环境,而植物群落内种群的作用和地位通常反映了植物种群的生态位。因此研究高寒草甸植物群落内种群生态位随高原鼠兔密度变化的特征,有助于全面解析高原鼠兔密度变化时植物种群间的相互关系,从而一定程度上可以揭示草甸植物群落的演变方向。

目前高寒草甸植物群落对高原鼠兔密度变化的响应的研究主要集中于草甸植物群落数量特征的变化,刘伟等[7]认为高原鼠兔活动有利于增加群落内的物种丰富度,但一程度上减少了地上生物量。张军[8]研究青藏高原东北部高寒草甸群落内优势种变化特征时发现,优势种垂穗披碱草随高原鼠兔密度增加出现由低到高极显著线形负相关关系,Guo等[9]报道,适量的高原鼠兔能够增加高寒草甸群落内优良牧草比例,优化草甸品质,而高原鼠兔密度过大时则使草甸品质劣化,产量下降。上述研究从表观特征方面分析植物群落特征对高原鼠兔密度变化的响应,没有关注到草甸群落内植物生态位随高原鼠兔密度增减的变化规律,不能全面阐明各个植物种群地位和作用随高原鼠兔密度变化的更替过程。因此,本研究通过调查不同高原鼠兔活动强度下高寒草甸群落内的植物种群生态位的变化特征,以期阐明高寒草甸群落内植物种群地位和作用随高原鼠兔活动强度变化规律,对全面阐明高原鼠兔影响草甸群落的演变方向提供科学依据。

1 研究地区概况与方法

1.1 研究地区概况

研究地区位于青藏高原东部,行政隶属于甘肃省甘南自治州玛曲县,北纬 33°06′30″—34°30′15″,东经 100°40′45″—102°29′00″,海拔 3300—4806 m。气候为高原湿润气候,年均温度 1.2 ℃,1 月平均温度-10 ℃,7 月平均温度 11.7 ℃。年降水量为 564 mm,主要集中于 5—9 月,年蒸发量 1000—1500 mm。全年日照时数 2613.9 h,年内霜期大于 270 d,无绝对无霜期。土壤为亚高山草甸土,表层有 5—10 cm 草皮层,有机质含量可达 10%—15%。植被类型主要是高寒草甸,以莎草科嵩草属的高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)为优势种[8],主要伴生种为毛茛科银莲花属的钝裂银莲花(*Anemone obtusiloba*)和小花草玉梅(*A. rivularis*)、蔷薇科委陵菜属的鹅绒萎陵菜(*Potentilla anserina*)和莓叶萎陵菜(*P. fragarioides*)、菊科垂头菊属的条叶垂头菊(*Cremanthodium lineare*)。全县受鼠害危害的草地面积占总草地面积的比例 30%左右,其中高原鼠兔是主要的危害鼠类,自 20 世纪 70 年代以来,高原鼠兔危害面积逐渐加大,单位面积有效洞穴数量逐渐增加[8],已经严重威胁高寒草甸生态系统的健康。

1.2 研究方法

1.2.1 试验设计和野外调查

高原鼠兔具有选择采食、家族营居生活和运动迁移的特征,直接测定其密度具有较大难度。目前经常采用高原鼠兔有效鼠洞口数间接代替高原鼠兔密度,分析高原鼠兔密度变化对高寒草甸植物群落

和土壤的影响[4,6,9]。2012 年 5 月在玛曲县阿孜站地势相对一致的地块,选取了 36 个 25 m×25 m ($625m^2$) 的样地,并将每个样地四角采用螺丝刀标记,然后用堵洞法测定各样地的有效洞口数,即每天 17:00 点将样地内所有高原鼠兔洞口填埋,翌日早上查数每个样地洞口数,下午继续填埋,连续 3 d,将 3 d 内的平均值被刨开的洞口数作为样地的有效洞口数。然后调查每个样地的有效洞口数、裸斑面积比例和草丛高度,并以这 3 个因子为变量将 36 个样地聚成 4 个类群,求出各个类群有效洞口的平均值,其分别为 10(10±3)、15(15±2)、21(21±3)、31(31±4),以这些平均值为基准设置高原鼠兔有效洞穴梯度,每个梯度选择 3 个样地作为研究样地,组成 3 次重复,其余 24 个样地不做任何观测。然后将选择的样地围栏,避免放牧对高原鼠兔作用的影响。在每个样地采用"W"型布设 5 个 1 m×1 m 的观测样方,样方间隔约 8 m,尽量使其保持在周围洞口的中间位置,并对样方做出标记。2012 年 8 月中旬进行样方调查,统计样方内植物种类、高度、频度、盖度等。

1.2.2　指标计算

(1)重要值

$$SDR=(C_R+H_R+F_R)/3$$

式中,SDR 是每个植物种在样方内的重要值,C_R表示相对盖度;H_R表示相对高度;F_R表示相对频度值。

(2)生态位宽度[10]

$$B_i=-\sum_j^r P_{ij}\log P_{ij}$$

式中,B_i为种 i 生态位宽度,P_{ij}为种 i 对第 j 个样方的各种资源利用占它对全部样方各种资源利用频度,$P_{ij}=n_{ij}/N_i$,而 $N_i=\sum_j^r n_{ij}$,n_{ij}为种 i 在资源 j 上的优势度,即样方中物种的重要值,r 为样方数,其值域为[0, log$r$]。B_i值越大,说明生态位越宽,该种利用的资源总量越多,竞争力越强。

(3)生态位重叠[11]

$$O_{ik}=\sum_{j=1}^r n_{ij}n_{kj}/\sqrt{\left(\sum_{j=1}^r n_{ij}\right)^2\left(\sum_{j=1}^r n_{kj}\right)^2}$$

式中,O_{ik}为物种 i 与物种 k 的生态位重叠值,n_{ij}和 n_{kj}为物种 i 和物种 k 在样方 j 上的优势度,即物种 i 与物种 k 在样方 j 的重要值,r 为样方数,其值域为[0, 1]。

1.3　数据分析

采用 Excel 2003 进行数据处理和制图。

2　结果

2.1　有效洞穴密度对草甸植物群落组成及其重要值的影响

有效洞穴密度对高寒草甸群落物种具有明显的影响,样方内植物物种数介于 10—15,整体表现为随有效洞穴密度增加而逐渐增多,至 31 个/$625m^2$物种数最多(表 1)。高原鼠兔有效洞穴密度从 10 个/$625m^2$增至 31 个/$625m^2$的过程中,高寒草甸植物群落优势种没有发生变化,均为高山嵩草,但主要伴生种和少见种发生了一定程度的更替,总体表现为豆科植物和毒杂草增多。有效洞穴密度 10 个/$625m^2$增至 15 个/$625m^2$时,主要伴生种除小花草玉梅保留外,青藏苔草(*Carex moorcroftii*)和秦艽(*Gentiana macrophylla*)被钝裂银莲花、鹅绒委陵菜、莓叶委陵菜所代替,此时豆科植物米口袋(*Gueldenstaedtia verna*)出现;有效洞穴密度增至 21 个/$625m^2$时,主要伴生种出现了矮火绒草(*Leontopodium nanum*)和莓叶委陵菜,但有效洞穴密度达到 31 个/$625m^2$,主要伴生种和 21 个/$625m^2$时基本一致,且出现了豆科植物蓝花棘豆(*Oxytropis coerulea*)和雪地黄芪(*Astragalus nivalis*)。

优势种高山嵩草的重要值随高原鼠兔有效洞穴密度增加呈单峰式趋势,在有效洞穴为 15 个/$625m^2$时最大,而在 31 个/$625m^2$时最小,说明优势种在高寒草甸群落内的地位和作用随有效洞穴密度增加表现为先加强后减弱的趋势。主要伴生种钝裂银莲花重要值变化过程趋同于优势种高山嵩草,但伴生种鹅绒委陵菜和莓叶委陵菜重要值变化过程均不趋同于钝裂银莲花,两者间又出现分异,鹅绒委陵菜的重要值在有效洞穴密度小于 15 个/$625m^2$生境内要大于有效洞穴密度大于 21 个/$625m^2$的生境内,但莓叶委陵菜的重要值恰好相反。条叶垂头菊的重要值随有效洞穴密度增加而先降低后升高,在 21 个/$625m^2$时最低。小花草玉梅的重要值随有效洞穴密度增加而逐渐降低,在 31 个/$625m^2$时最小。这说明高原鼠兔密度变化严重影响高寒草甸群落内不同种群的优势度,且变化过程趋异。

表 1 不同高原鼠兔有效洞穴密度下高寒草甸植物群落的物种组成及其重要值

Table 1 Species composition of alpine plant communities and their important value at different available burrow densities of plateau pika

种号 Species number	物种 Species	有效洞穴密度/(个/625m²) Available burrow densities			
		10	15	21	31
S1	高山嵩草 *Kobresia pygmaea*	0.143	0.190	0.151	0.128
S2	钝裂银莲花 *Anemone obtusiloba*	0.052	0.060	0.058	0.045
S3	鹅绒委陵菜 *Potentilla anserina*	0.053	0.054	0.048	0.051
S4	莓叶委陵菜 *P. fragarioides*	0.056	0.054	0.065	0.064
S5	条叶垂头菊 *Cremanthodium lineare*	0.065	0.043	0.039	0.046
S6	小花草玉梅 *A. rivularis*	0.084	0.075	0.058	0.050
S7	青藏苔草 *Carex moorcroftii*	0.090	—	0.095	0.079
S8	条叶银莲花 *A. trullifolia*	0.047	—	0.038	0.038
S9	秦艽 *Gentiana macrophylla*	0.067	0.047	—	0.050
S10	乳浆大戟 *Euphorbia esula*	—	0.047	0.035	0.044
S11	矮火绒草 *Leontopodium nanum*	—	0.053	0.071	0.066
S12	兰石草 *Lancea tibetica*	—	0.046	—	0.025
S13	棱子芹 *Pleurospermum camtschaticum*	0.029	—	—	—
S14	圆叶筋骨草 *Ajuga ovalifolia*	—	0.038	—	—
S15	米口袋 *Gueldenstaedtia verna*	—	0.029	—	—
S16	小米草 *Euphrasia pectinata*	—	—	—	0.044
S17	雪地黄芪 *Astragalus nivalis*	—	—	—	0.025
S18	蓝花棘豆 *Oxytropis coerulea*	—	—	—	0.031

“—”表示此物种在该样方中未出现

2.2 有效洞穴密度对草甸群落内植物种群生态位宽度的影响

高原鼠兔有效洞穴密度对植物种群生态位宽度存在一定的影响,高寒草甸群落内各种植物种群利用资源秩序重新配置。当有效洞穴密度小于或等于 21 个/625m²时,优势种高山嵩草生态位宽度在所有的植物种群中占据第一,说明其利用资源的能力最高,而当高原鼠兔洞穴密度增至 31 个/625m²时,其生态位宽度降至并列第三,低于小米草(*Euphrasia pectinata*)和钝裂银莲花,等同于小花草玉梅和乳浆大戟(*Euphorbia esula*)(表 2)。钝裂银莲花生态位宽度随有效洞穴密度增加表现先降低后升高,在有效洞穴密度为 15 个/625m²时最低,说明此种生境内钝裂银莲花利用能力最低,然而鹅绒委陵菜生态位宽度随有效洞穴密度增加表现为先升高后降低,在有效洞穴密度为 15 个/625m²时最高,说明其利用资源的能力最大。有效洞穴密度小于 15 个/625m²时,小花草玉梅生态位宽度小于 0.470,而有效洞穴密度大于 21 个/625m²时,其高于 0.470,说明小花草玉梅生态位随有效洞穴密度增加而具有资源利用能力增强的态势。有效洞穴密度为 10 个/625m²时,高寒草甸群落内没有矮火绒草和乳浆大戟,但当有效洞穴密度大于或等于 15 个/625m²时,高寒草甸群落内均有矮火绒草和乳浆大戟种群分布,在有效洞穴密度介于 15 个/625m²和 21 个/625m²时,其生态位宽度较小,但到 31 个/625m²时,其生态位宽度逐渐增加,说明其种群生存能力加强。

2.3 有效洞穴密度对草甸群落内植物种群生态位重叠值的影响

高寒草甸群落内种群间生态位重叠程度总体非常高,4 个高原鼠兔有效洞穴密度下生态位重叠系数均大于 0.900(表 3),说明种群间存在很大可能的竞争性。随高原鼠兔有效洞穴密度增加,种群间生态位重叠系数表现为先增加后降低,在 21 个/625m²时最大,而在 10 个/625m²时最小,到 31 个/625m²时又有所降低。

高原鼠兔有效洞穴密度为 10 个/625m²时,种群间生态位重叠系数介于 0.880—0.992 之间,其中高山嵩草和莓叶委陵菜的生态位重叠度最高(表 4),其系数为 0.992;鹅绒委陵菜和莓叶委陵菜、高山嵩草和青藏苔草、高山嵩草和钝裂银莲花次之,分别为 0.989、0.988、0.985;秦艽和棱子芹(*Pleurospermum*

camtschaticum)重叠度最低,系数为 0.880。与优势种高山嵩草生态位重叠度最高的是莓叶委陵菜,系数为 0.992。说明此时优势种的主要竞争种群为莓叶委陵菜、青藏苔草和钝裂银莲花。

表 2　不同高原鼠兔有效洞穴密度下植物种群的生态位宽度

Table 2　Niche breadth of plant species at different available burrow densities of plateau pika

种号 Species number	物种 Species	有效洞穴密度/(个/625 m^2) Available burrow densities			
		10	15	21	31
S1	高山嵩草 *Kobresia pygmaea*	0.476	0.474	0.475	0.472
S2	钝裂银莲花 *Anemone obtusiloba*	0.472	0.466	0.472	0.474
S3	鹅绒委陵菜 *Potentilla anserina*	0.459	0.473	0.469	0.447
S4	莓叶委陵菜 *P. fragarioides*	0.470	0.467	0.475	0.469
S5	条叶垂头菊 *Cremanthodium lineare*	0.460	0.473	0.468	0.471
S6	小花草玉梅 *A. rivularis*	0.465	0.457	0.475	0.472
S7	青藏苔草 *Carex moorcroftii*	0.473	—	0.473	0.463
S8	条叶银莲花 *A. trullifolia*	0.457	—	0.467	0.453
S9	秦艽 *Gentiana macrophylla*	0.442	0.448		0.456
S10	乳浆大戟 *Euphorbia esula*	—	0.457	0.475	0.472
S11	矮火绒草 *Leontopodium nanum*	—	0.447	0.467	0.460
S12	兰石草 *Lancea tibetica*	—	0.462	—	0.459
S13	棱子芹 *Pleurospermum camtschaticum*	0.456	—	—	—
S14	圆叶筋骨草 *Ajuga ovalifolia*	—	0.473	—	—
S15	米口袋 *Gueldenstaedtia verna*	—	0.471	—	—
S16	小米草 *Euphrasia pectinata*	—	—	—	0.476
S17	雪地黄芪 *Astragalus nivalis*	—	—	—	0.464
S18	蓝花棘豆 *Oxytropis coerulea*	—	—	—	0.468

表 3　不同高原鼠兔有效洞穴密度下高寒草甸群落内种群间生态位重叠系数的平均值

Table 3　Average coefficient of the niche overlaps of main populations in alpine meadow communities at different burrow densities of plateau pika

	有效洞穴密度 Available burrow densities/(个/625 m^2)			
	10	15	21	31
平均生态位重叠值 Average niche overlap	0.946	0.953	0.976	0.957

表 4　有效洞穴密度为 10 个/625m^2时不同种群间生态位的重叠值系数

Table 4　Coefficient of the niche overlaps of main populations at 10 available burrows per 625 m^2

	S2	S3	S1	S13	S4	S9	S7	S8	S5	S6
S2	1									
S3	0.950	1								
S1	0.985	0.981	1							
S13	0.924	0.952	0.963	1						
S4	0.973	0.989	0.992	0.952	1					
S9	0.934	0.956	0.941	0.880	0.941	1				
S7	0.979	0.953	0.988	0.969	0.975	0.904	1			
S8	0.944	0.954	0.965	0.956	0.952	0.951	0.969	1		
S5	0.974	0.966	0.970	0.932	0.977	0.964	0.966	0.972	1	
S6	0.955	0.914	0.966	0.957	0.936	0.859	0.968	0.915	0.904	1

高原鼠兔有效洞穴密度为 15 个/625m^2时,生态位重叠度最高的是鹅绒委陵菜和条叶垂头菊,其系

数为 0.997(表 5),而高山嵩草和圆叶筋骨草(*Ajuga ovalifolia*)、条叶垂头菊和圆叶筋骨草、高山嵩草和条叶垂头菊次之,系数分别为 0.993、0.992、0.989,秦艽和兰石草(*Lancea tibetica*)之间的生态位重叠度最低,系数为 0.841。与优势种高山嵩草生态位重叠度最高的是圆叶筋骨草,系数为 0.993。

表 5 有效洞穴密度为 15 个/625m² 时不同种群间生态位的重叠值系数

Table 5 Coefficient of the niche overlaps of main populations at 15 available burrows per 625 m²

	S2	S3	S1	S11	S12	S4	S15	S9	S10	S5	S6	S14
S2	1											
S3	0.951	1										
S1	0.978	0.986	1									
S11	0.929	0.924	0.964	1								
S12	0.932	0.971	0.961	0.891	1							
S4	0.947	0.962	0.984	0.961	0.914	1						
S15	0.973	0.973	0.980	0.916	0.985	0.946	1					
S9	0.962	0.910	0.953	0.945	0.841	0.957	0.897	1				
S10	0.908	0.966	0.951	0.886	0.928	0.945	0.941	0.864	1			
S5	0.947	0.997	0.989	0.934	0.977	0.968	0.977	0.905	0.968	1		
S6	0.943	0.928	0.944	0.908	0.923	0.932	0.965	0.885	0.898	0.931	1	
S14	0.964	0.989	0.993	0.956	0.967	0.971	0.981	0.924	0.970	0.992	0.951	1

高原鼠兔有效洞穴密度增至 21 个/625m² 时,生态位重叠度最高的是钝裂银莲花和青藏苔草,钝裂银莲花和小花草玉梅、小花草玉梅和青藏苔草、鹅绒委陵菜和乳浆大戟,均为 0.995(表 6),乳浆大戟和小花草玉梅次之,系数为 0.990,最低的是鹅绒委陵菜和条叶银莲花,系数为 0.934。与优势种高山嵩草生态位重叠度最高的是乳浆大戟,其系数为 0.988。

表 6 有效洞穴密度为 21 个/625m² 时不同种群间生态位的重叠值系数

Table 6 Coefficient of the niche overlaps of main populations at 21 available burrows per 625 m²

	S2	S3	S1	S11	S4	S10	S7	S8	S5	S6
S2	1									
S3	0.969	1								
S1	0.981	0.975	1							
S11	0.980	0.955	0.971	1						
S4	0.974	0.964	0.984	0.963	1					
S10	0.983	0.995	0.988	0.965	0.983	1				
S7	0.995	0.971	0.977	0.977	0.978	0.985	1			
S8	0.971	0.934	0.975	0.958	0.980	0.956	0.977	1		
S5	0.972	0.980	0.985	0.966	0.965	0.979	0.963	0.956	1	
S6	0.995	0.981	0.986	0.981	0.979	0.990	0.995	0.979	0.984	1

高原鼠兔有效洞穴密度达 31 个/625m² 时,生态位重叠度最高的是钝裂银莲花和小米草,其系数为 0.997(表 7)。乳浆大戟和小米草、高山嵩草和条叶垂头菊、小花草玉梅和小米草次之,分别为 0.996、0.995、0.995,生态位重叠度最低的是条叶银莲花和兰石草,其系数为 0.866。与优势种高山嵩草生态位重叠度最高的是条叶垂头菊,其系数为 0.995。

3 讨论

高原鼠兔一方面通过直接啃食行为而影响高寒草甸植物的正常生长发育,另一方面通过挖掘活动而间接影响高寒草甸植物的生理特性[12-13],因此随着高原鼠兔有效洞穴密度变化,高寒草甸植物群落组分会发生相应的调整[1],以实现生态系统的再平衡。本研究结果表明,随高原鼠兔有效洞穴密度增

表 7　有效洞穴密度为 31 个/625m^{2}时不同种群间生态位的重叠值系数

Table 7　Coefficient of the niche overlaps of main populations at 31 available burrows per 625 m^2

	S2	S3	S1	S17	S11	S18	S12	S4	S9	S10	S7	S8	S5	S6	S16
S2	1														
S3	0.950	1													
S1	0.993	0.958	1												
S17	0.963	0.911	0.978	1											
S11	0.939	0.891	0.961	0.963	1										
S18	0.961	0.898	0.964	0.986	0.966	1									
S12	0.954	0.901	0.973	0.945	0.981	0.932	1								
S4	0.993	0.918	0.978	0.956	0.910	0.953	0.927	1							
S9	0.976	0.937	0.984	0.941	0.926	0.908	0.971	0.961	1						
S10	0.993	0.941	0.990	0.983	0.939	0.977	0.939	0.991	0.960	1					
S7	0.989	0.925	0.975	0.934	0.891	0.919	0.929	0.993	0.978	0.978	1				
S8	0.945	0.938	0.948	0.967	0.898	0.964	0.866	0.940	0.889	0.971	0.912	1			
S5	0.984	0.953	0.995	0.966	0.976	0.958	0.988	0.960	0.981	0.924	0.959	0.924	1		
S6	0.987	0.969	0.983	0.963	0.940	0.972	0.930	0.972	0.942	0.988	0.958	0.973	0.975	1	
S16	0.997	0.957	0.994	0.975	0.953	0.976	0.954	0.986	0.965	0.996	0.975	0.963	0.986	0.995	1

加,样方内出现的植物种数逐渐增多,说明高原鼠兔活动增加了高寒草甸植物群落的物种丰富度,但增加物种主要是有毒的乳浆大戟、圆叶筋骨草、蓝花棘豆,以及适口性差的矮火绒草和兰石草,草甸质量变劣,这与石红霄等人[14]在青海果洛地区的研究结果相似。然而值得注意的是随着有效洞穴密度增加,豆科类植物入侵的种类和比例有所增加,这一定程度上有助于提高土壤固持氮和碳的能力[15]。本研究发现,随着高原鼠兔有效洞穴密度从 10 个/625m^{2}时增至 31 个/625m^{2}过程中,高寒草甸植物群落的优势种均为高山嵩草,说明高山嵩草在群落中的主导地位并没有发生明显的改变,高寒草甸群落并没有变化为其他群落,群落内组分的变化属于群落内部波动的范畴,其变化主要发生群落内的伴生种,这与 Guo 等人[9]对青海果洛地区的研究结果趋同。

虽然高寒草甸群落没有随着有效洞穴密度增加而发生质的改变,演变成其他群落,但当高原鼠兔有效洞穴密度增加时群落优势种高山嵩草的重要值先增高后降低,说明高原鼠兔密度变化时优势种在群落内的地位也随之发生改变。优势种高山嵩草重要值在 15 个/625m^{2}时最大,说明适宜的有效洞穴密度强化了优势种在群落内的地位和作用,在 31 个/625m^{2}时最小,说明有效洞穴密度过大时优势种在群落内的地位和作用反而削弱。草甸群落优势种地位和作用随高原鼠兔有效洞穴密度变化而变化,势必联动的引起伴生种在群落内地位和作用的变化,这是因为高原鼠兔有效洞穴增加,意味着裸露鼠斑面积增加,高寒草甸生境异质性增加,一方面为原来处于竞争劣势,被抑制的物种创造了茁壮生长的机会,另外一方面,为一些机会主义者,如毒杂草入侵创造了条件,使草甸群落内物种间的竞争更为多样化,有可能出现物种利用资源方式的分化,客观上影响了优势种和主要伴生种获取资源的范围,如主要伴生种小花草玉梅的重要值随有效洞穴密度增加而逐渐降低,条叶垂头菊和乳浆大戟的重要值则随着有效洞穴密度增加而增加。

本研究结果表明,当高原鼠兔有效洞穴密度低于 21 个/625m^{2}时,优势种高山嵩草的生态位宽度在所有种群中均位居第一,而高原鼠兔有效洞穴密度增至 31 个/625m^{2}时,优势种高山嵩草的生态位宽度降至并列第三,这说明有效洞穴密度较小时,优势种的特化程度小,在竞争性利用各种资源的过程中,保持有较高的竞争力[16-19],这是因为高山嵩草具有极强的克隆生长能力,它通过侧芽迅速生长形成致密的草皮,这提高了抵抗外界机械作用的能力[20],所以在有效洞穴密度从 10 个/625m^{2}上升到 21 个/625m^{2}时,高山嵩草的生态位宽度位居第一,当有效洞穴密度过大时,优势种特化程度增加,与其他物种的竞争能力逐渐下降,其竞争性利用资源的能力降低,这可能是改变后的生境已经逐渐不十分适配优

势种的生长。高原鼠兔有效洞穴密度较低时,毒杂草生态位宽度较小,如秦艽仅为 0.442,有些群落内未出现毒杂草如乳浆大戟和矮火绒草等,说明有效洞穴密度较低时毒杂草利用资源能力有限,主要受优势种较强的竞争力所抑制,随高原鼠兔有效洞穴密度升高时,毒杂草(如秦艽)的生态位宽度增大,群落内出现毒杂草如乳浆大戟和矮火绒草。

不同有效洞穴密度下物种间平均生态位重叠度总体较高,说明高原鼠兔活动强度的变化,迫使高寒草甸群落内植物种群重新配制他们间资源利用的过程和方式,以谋取最大利益,这客观上加剧了群落内种群间的竞争激烈程度[21],导致种群间的生态位重叠系数平均值大于 0.900。在有效洞穴密度分别为 10、15、21、31 个/625m^{2}时,与优势种高山嵩草竞争力最大的物种分别为莓叶委陵菜、圆叶筋骨草、乳浆大戟、条叶垂头菊,这说明高原鼠兔活动强度的差异,决定了与优势种的主要竞争物种出现分异,当有效洞穴密度从 10 个/625m^{2}增加至 31 个/625m^{2}的过程中,竞争力最强的两个物种从高山嵩草和莓叶委陵菜变化为钝裂银莲花和小米草,竞争力最低的两个物种从秦艽和棱子芹演变为条叶银莲花和兰石草,说明当高原鼠兔有效洞穴密度为 10 个/625m^{2}时,高山嵩草是种群间竞争最激烈的一方,但当高原鼠兔有效洞穴密度超过或等于 15 个/625m^{2}时,优势种高山嵩草则没有出现在种群间竞争强度最激烈的双方。

综上所述,随高原鼠兔有效洞穴密度增加,高寒草甸群落组分、物种重要值、生态位宽度和生态位重叠值均发生一定程度的变化,样方内植物种数逐渐增多,但主要是豆科类和毒杂草,高山嵩草的重要值先增加后降低,在 15 个/625m^{2}下最高,说明其在群落内的地位和作用发生了显著变化;当高原鼠兔有效洞穴密度低于或等于 21 个/625m^2,优势种生态位宽度位居第一,当高原鼠兔有效洞穴密度达 31 个/625m^{2}时,其生态位宽度低于小米草和钝裂银莲花,等同于小花草玉梅和乳浆大戟;虽然不同高原鼠兔有效洞穴密度下,与优势种高山嵩草生态位重叠系数最大的物种不一样,当高原鼠兔有效洞穴密度为 10 个/625m^{2}时,高山嵩草是种群间竞争强度最大的一方,但当高原鼠兔有效洞穴密度超过或等于 15 个/625m^{2}时,高山嵩草则退出了种群间竞争强度最激烈的局面。

致谢:兰州大学草地农业科技学院周杰,张晓黎,赵旭,陈龙参加野外调查工作,谨致谢忱。

References:

[1] Smith A T, Foggin J M. The plateau pika (*Ochotona curzoniae*) is a keystone species for biodiversity on the Tibetan plateau. Animal Conservation, 1999, 2(4): 235-240.

[2] Arthur A D, Pech R P, Davey C, Jiebu, Zhang Y M, Lin H. Livestock grazing, plateau pikas and the conservation of avian biodiversity on the Tibetan plateau. Biological Conservation, 2008, 141(8): 1972-1981.

[3] Howe H F, Smallwood J. Ecology of seed dispersal. Annual Review of Ecology and Systematics, 1982, 13: 201-228.

[4] Sun F D, Guo Z G, Shang Z H, Long R J. Effects of density of burrowing plateau pikas (*Ochotona curzoniae*) on soil physical and chemical properties of alpine meadow soil. Acta Pedologica Sinica, 2010, 47(2): 378-383.

[5] Zhou X R, Guo Z G, Guo X H. The role of plateau pika and plateall zokor in alpine meadow. Pratacultural Science, 2010, 27(5): 38-44.

[6] Guo Z G, Zhou X R, Hou Y. Effect of available burrow densities of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) on soil physicochemical property of the bare land and vegetation land in the Qinghai-Tibetan Plateau. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(2): 104-110.

[7] Liu W, Li L, Yan H Y, Sun H Q, Zhang L. Effects of burrowing activity of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) on plant species richness and aboveground biomass. Acta Theriologica Sinica, 2012, 32(3): 216-220.

[8] Zhang J. Population of Plateau Pika Response to Regulated Measures of Vegetation [D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2011.

[9] Guo Z G, Li X F, Liu X Y, Zhou X R. Response of alpine meadow communities to burrow density changes of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) in the Qinghai-Tibet Plateau. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(1): 44-49.

[10] Levins R. Evolution in Changing Environments: Some Theoretical Explorations. Princeton: Princeton University Press, 1968.

[11] Pianka E R. The structure of lizard communities. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973, 4: 53-74.

[12] Pech R P, Arthur A D, Zhang Y M, Lin H. Population dynamics and responses to management of plateau pikas *Ochotona curzoniae*. Journal of Applied Ecology, 2007, 44(3): 615-624.

[13] Wesche K, Nadrowski K, Retzer V. Habitat engineering under dry conditions: the impact of pikas (*Ochotona pallasi*) on vegetation and site conditions in southern Mongolian steppes. Journal of Vegetation Science, 2007, 18(5): 665-674.

[14] Shi H X, Yu J L. Influence of burrowing rodent density plots on the alpine *Kobresia* meadows structure and soil water content.

Chinese Journal of Grassland, 2010, 32(4): 109-112, 116-116.

[15] He N P, Han X G, Yu G R. Carbon and nitrogen sequestration rate in long-term fenced grasslands in Inner Mongolia, China. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(15): 4270-4276.

[16] Hurlbert S H. The measurement of niche overlap and some relatives. Ecology, 1978, 59(1): 67-77.

[17] Wang G, Zhao S L, Zhang P Y, Chen Q C. On the definition of niche and the improved formula for measuring niche overlap. Acta Ecologica Sinica, 1984, 4(2): 119-127.

[18] Weider L J. Niche breadth and life history variation in a hybrid daphnia complex. Ecology, 1993, 74(3): 935-943.

[19] Zhang J Y, Zhao H L, Zhang T H, Zhao X Y. Niche dynamics of main populations of plants communities in the restoring succession process in Horqin Sandy Land. Acta Ecologica Sinica, 2003, 23(12): 2741-2746.

[20] Miehe G, Miehe S, Kaiser K, Liu J Q, Zhao X Q. Status and dynamics of the *Kobresia pygmaea* ecosystem on the Tibetan Plateau. AMBIO, 2008, 37(4): 258-265.

[21] Spiex T A, Franklin J F, Klopsch M. Canopy gaps in Douglas-fir forests of the Cascade Mountains. Canadian Journal of Forest Research, 1990, 20(5): 649-658.

参考文献:

[4] 孙飞达, 郭正刚, 尚占环, 龙瑞军. 高原鼠兔洞穴密度对高寒草甸土壤理化性质的影响. 土壤学报, 2010, 47(2): 378-383.

[5] 周雪荣, 郭正刚, 郭兴华. 高原鼠兔和高原鼢鼠在高寒草甸中的作用. 草业科学, 2010, 27(5): 38-44.

[7] 刘伟, 李里, 严红宇, 孙海群, 张莉. 高原鼠兔挖掘活动对植物种的丰富度和地上生物量的影响. 兽类学报, 2012, 32(3): 216-220.

[8] 张军. 高原鼠兔种群数量对植被调控措施的响应[D]. 兰州: 兰州大学, 2011.

[14] 石红霄, 于健龙. 高原鼠兔洞口密度对高寒嵩草草甸植被及土壤水分的影响. 中国草地学报, 2010, 32(4): 109-112, 116-116.

[15] 何念鹏, 韩兴国, 于贵瑞. 长期封育对不同类型草地碳贮量及其固持速率的影响. 生态学报, 2011, 31(15): 4270-4276.

[17] 王刚, 赵松岭, 张鹏云, 陈庆诚. 关于生态位定义的探讨及生态位重叠计测公式改进的研究. 生态学报, 1984, 4(2): 119-127.

[19] 张继义, 赵哈林, 张铜会, 赵学勇. 科尔沁沙地植物群落恢复演替系列种群生态位动态特征. 生态学报, 2003, 23(12): 2741-2746.

[20] Miehe G, Miehe S, Kaiser K, 刘健全, 赵新全. 青藏高原高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)生态系统的现状与动态. AMBIO-人类环境杂志, 2008, 37(4): 258-265.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.4 Feb., 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

The bioavailability of dissolved organic carbon in the eutrophic lakes ····· YE Linlin, KONG Fanxiang, SHI Xiaoli, et al (779)

Plant species of the non-agricultural habitats in the lower reaches of the Yellow River plain agro-landscape ····· LU Xunling, LIANG Guofu, TANG Qian, et al (789)

Autecology & Fundamentals

Manganese stress on the ultrastructures of a manganese tolerant plant, *Polygonum perfoliatum* L. ····· WANG Jun, WU Hui, XUE Shengguo, et al (798)

Characteristics of arsenic (As) tolerance and accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) genotypes with different radial oxygen loss ····· WU Chuan, MO Jingyu, XUE Shengguo, et al (807)

Effects of water stress on physiological characteristics of different *Illicium lanceolatum* ecotypes under low light intensity ····· CAO Yonghui, ZHOU Benzhi, CHEN Shuanglin (814)

Effect of branch number on the growth and development of *Morus alba* saplings ··· HUAN Huihui, XU Xiao, LIU Gang, et al (823)

Spatial distribution pattern and sampling technique for *Orthotylus* (*O.*) *sophorae* nymphs on *Sophora japonica* ····· ZHU Huiying, SHEN Ping, WU Jianhua, et al (832)

Assessment of fungal diversity in apple replanted orchard soils by T-RFLP analysis ····· YIN Chengmiao, WANG Gongshuai, LI Yuanyuan, et al (837)

Effects of dazomet on edaphon and growth of *Malus hupehensis* rehd. under continuous apple cropping ····· LIU Entai, LI Yuanyuan, HU Yanli, et al (847)

Isolation, identification, and performance of two pyrene-degrading endophytic bacteria ····· SUN Kai, LIU Juan, LI Xin, et al (853)

Population, Community and Ecosystem

Effects of different temperatures on the growth and development of *Eotetranychus Kankitus* (Ehara) ····· LI Yingjie, WANG Ziying, ZHANG Guohao, et al (862)

Effect of available burrow densities of plateau pika (*Ochotona curzoniae*) on plant niche of alpine meadow communities in the Qinghai-Tibet Plateau ····· JIA Tingting, MAO Liang, GUO Zhenggang (869)

Correlation between characteristics of *Reaumuria soongarica* communities and soil factors in the Sangong River basin ····· ZHAO Xuechun, LAI Liming, ZHU Linhai, et al (878)

Effects of afforestation on soil microbial community structure in the arid valley of Minjiang River ····· WANG Weixia, LUO Da, SHI Zuomin, et al (890)

Effects of reclamation on tidal flat and land use on soil microbial community ····· LIN Li, CUI Jun, CHEN Xueping, FANG Changming (899)

Effects of *Pomacea canaliculata* on aquatic macrophyte community structure in paddy fields ····· ZHAO Benliang, ZHANG Jiaen, DAI Xiaoyan, et al (907)

The adaptability and decontamination effect of four kinds of woody plants in constructed wetland environment ····· CHEN Yonghua, WU Xiaofu, HAO Jun, et al (916)

Carbon budget of alpine *Potentilla fruticosa* shrubland based on comprehensive techniques of static chamber and biomass harvesting ··· LI Hongqin, LI Yingnian, ZHANG Fawei, et al (925)

Effect of initial pH value on microbial Fe (Ⅲ) reduction in alkaline and acidic paddy soils ··· WU Chao, QU Dong, LIU Hao (933)

Landscape, Regional and Global Ecology

Climate environmental change and stable carbon isotopes in age layers of *Tamarix* sand-hillocks in Kumtag desert ····· ZHANG Jinchun, YAO Tuo, LIU Changzhong, et al (943)

Resource and Industrial Ecology

The critical factors of transpiration on muskmelon in plastic greenhouse …… ZHANG Dalong, CHANG Yibo, LI Jianming, et al (953)

Ion absorption and distribution of symbiotic *Reaumuria soongorica* and *Salsola passerina* seedlings under NaCl stress …… ZHAO Xin, YANG Xiaoju, SHI Yong, et al (963)

The relationship between selected rhizosphere and non-rhizosphere soil properties and the quality of *Pyrola decorata* …… GENG Zengchao, MENG Lingjun, LIU Jianjun (973)

Spatial variation analysis of soil organic matter and nutrient factor for before and after planting crops …… FANG Bin, WU Jinfeng (983)

Urban, Rural and Social Ecology

Establishment and application of the index system for urban river health assessment …… DENG Xiaojun, XU Youpeng, ZHAI Luxin, et al (993)

Dynamic analysis of the ecological footprint and carrying capacity of tibet …… AN Baosheng, CHENG Guodong (1002)

Research Notes

Responses of soil microorganisms and soil enzyme activities to different land use patterns in the water-level-fluctuating zone of the Three Gorges Reservoir region …… MA Peng, LI Changxiao, LEI Ming, et al (1010)

Effects of salt stress on growth and root development of two oak seedlings …… WANG Shufeng, HU Yunxue, SUN Haijing, et al (1021)

The effects of constant and variable thermal acclimation on thermal tolerance of the common giant toad tadpoles (*Bufo gargarizans*) … WANG Lizhi (1030)

《生态学报》2014 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研工作者,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研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,280 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　董　鸣　　**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 34 卷　第 4 期　(2014 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34　No. 4 (February, 2014)

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
主　　编	王如松
主　　管	中国科学技术协会
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
出　　版	科学出版社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717
印　　刷	北京北林印刷厂
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
订　　购	全国各地邮局
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
广告经营许可证	京海工商广字第 8013 号

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
Editor-in-chief	WANG Rusong
Supervised by	China Association for Science and Technology
Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg.net
Domestic	All Local Post Offices in China
Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P.O.Box 399 Beijing 100044, China

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