

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 17 期 Vol.33 No.17 **2013**

中国生态学会
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 17 期 2013 年 9 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 植物角质层蜡质的化学组成研究综述 曾 琼, 刘德春, 刘 勇 (5133)
- 中国滨海盐沼湿地碳收支与碳循环过程研究进展 曹 磊, 宋金明, 李学刚, 等 (5141)

个体与基础生态

- 秸秆隔层对盐碱土水盐运移及食葵光合特性的影响 赵永敢, 逢焕成, 李玉义, 等 (5153)
- 盐地碱蓬二型性种子及其幼苗对盐渍环境的适应性 刘 艳, 周家超, 张晓东, 等 (5162)
- 不同抗旱性花生品种的根系形态发育及其对干旱胁迫的响应 丁 红, 张智猛, 戴良香, 等 (5169)
- 夏季苹果新梢生理指标与抗苹果绵蚜的关系 王西存, 周洪旭, 于 毅, 等 (5177)
- 花期海蓬子对盐胁迫的生理响应 刘伟成, 郑春芳, 陈 琛, 等 (5184)
- 白蜡多年卧孔菌生物学特性及驯化栽培 鲁 铁, 图力古尔 (5194)
- 重度火烧迹地微地形对土壤微生物特性的影响——以坡度和坡向为例
..... 白爱芹, 傅伯杰, 曲来叶, 等 (5201)
- 秸秆还田与施肥对稻田土壤微生物生物量及固氮菌群落结构的影响 刘骁蓓, 涂仕华, 孙锡发, 等 (5210)
- 大穗型小麦叶片性状、养分含量及氮素分配特征 王丽芳, 王德轩, 上官周平 (5219)
- 复合不育剂 EP-1 对小鼠空间记忆与焦虑行为的影响 王晓佳, 秦婷婷, 胡 霞, 等 (5228)

种群、群落和生态系统

- 小兴安岭阔叶红松混交林林隙特征 刘少冲, 王敬华, 段文标, 等 (5234)
- 高寒矮嵩草群落退化演替系列氮、磷生态化学计量学特征 林 丽, 李以康, 张法伟, 等 (5245)
- 中亚热带人工针叶林生态系统碳通量拆分差异分析 黄 昆, 王绍强, 王辉民, 等 (5252)
- 高寒山区一年生混播牧草生态位对密度的响应 赵成章, 张 静, 盛亚萍 (5266)
- 乳山近海大型底栖动物功能摄食类群 彭松耀, 李新正 (5274)

景观、区域和全球生态

- 采伐干扰对大兴安岭落叶松-苔草沼泽植被碳储量的影响 牟长城, 卢慧翠, 包 旭, 等 (5286)
- 西南喀斯特地区轮作旱地土壤 CO₂ 通量 房 彬, 李心清, 程建中, 等 (5299)
- 干湿季节下基于遥感和电磁感应技术的塔里木盆地北缘绿洲土壤盐分的空间变异性
..... 姚 远, 丁建丽, 雷 磊, 等 (5308)
- 东北温带次生林和落叶松人工林土壤 CH₄ 吸收和 N₂O 排放通量 孙海龙, 张彦东, 吴世义 (5320)
- 新疆东部天山蝶类多样性及其垂直分布 张 鑫, 胡红英, 吕昭智 (5329)
- 玉米农田空气动力学参数动态及其与影响因子的关系 蔡 福, 周广胜, 明惠青, 等 (5339)

天山北坡家庭牧场复合系统对极端气候的响应过程..... 李西良,侯向阳,丁 勇,等 (5353)

大城市边缘区景观破碎化空间异质性——以北京市顺义区为例..... 李 灿,张凤荣,朱泰峰,等 (5363)

资源与产业生态

基于 GLBM 模型的中国大陆阿根廷滑柔鱼鱿钓渔业 CPUE 标准化 陆化杰,陈新军,曹 杰 (5375)

三峡库区古夫河水质时空分异特征..... 冉桂花,葛继稳,苗文杰,等 (5385)

城乡与社会生态

汉、藏、回族地区农户的环境影响——以甘肃省张掖市、甘南藏族自治州、临夏回族自治州为例.....

..... 赵雪雁,毛笑文 (5397)

研究简报

中国近海浮游动物群落结构及季节变化..... 杜明敏,刘镇盛,王春生,等 (5407)

海洋污染物对菲律宾蛤仔的免疫毒性..... 丁鉴锋,闫喜武,赵力强,等 (5419)

衰亡期沉水植物对水和沉积物磷迁移的影响..... 王立志,王国祥 (5426)

伊洛河流域外来草本植物分布格局..... 郭屹立,丁圣彦,苏 思,等 (5438)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 316 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 32 * 2013-09



封面图说: 帽儿山次生林林相——帽儿山属于长白山山脉的张广才岭西坡,松花江南岸支流阿什河的上游,最高海拔 805m,由侏罗纪中酸性火山岩构成,是哈尔滨市附近的最高峰,因其貌似冠状而得名。东北林业大学于 1958 年在此建立了实验林场。山上生长着松树、榆树、杨树及各种灌木等,栖息着山鸡、野兔等野生动物,在茂密的草地上还生长有各种蘑菇。其地带性植被为温带针阔混交林,目前状况为天然次生林。部分地方次生林转变为落叶松人工林后,落叶松林地的凋落物层影响了林地土壤水分的格局。

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/stxb201201200119

张鑫, 胡红英, 吕昭智. 新疆东部天山蝶类多样性及其垂直分布. 生态学报, 2013, 33(17): 5329-5338.

Zhang X, Hu H Y, Lü Z Z. Butterfly diversity and vertical distribution in eastern Tianshan Mountain in Xinjiang. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(17): 5329-5338.

新疆东部天山蝶类多样性及其垂直分布

张 鑫^{1,2}, 胡红英³, 吕昭智^{1,*}

(1. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 中国科学院干旱区生物地理与生物资源重点实验室, 乌鲁木齐 830011;

2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 新疆大学生命科学与技术学院, 乌鲁木齐 830046)

摘要: 2006—2008 年研究了新疆东部天山蝶类多样性和垂直分布。结果表明: 研究区域内共记录蝴蝶 7 科 43 属 63 种, 占新疆已记录蝶类种数的 24.80%, 区系组成主要是古北种, 占 73%; 其次是广布种, 占 27%, 没有发现东洋种。其中蛱蝶科的物种数最多, 为 11 属 19 种, 蛱蝶科的物种数最少, 只有 1 属 1 种。按海拔将生境分为 5 个垂直自然带, 包括低山灌木草原带、山地森林草原带、亚高山草甸带、高山草甸带、垫状植被带。蝶类物种数和个体数排序为亚高山草甸带>山地森林草原带>低山灌木草原带>高山草甸带>垫状植被带。采用 Shannon-Wiener 指数和 G-F 指数对蝶类物种和科、属的多样性进行了分析评价, 结果显示亚高山草甸带的蝶类多样性最为丰富, 其次是山地森林草原带和低山灌木草原带, 而高山草甸带和垫状植被带的蝶类多样性相对较低, 物种和科、属多样性分析结果均一致。蝶类垂直分布明显, 物种数和个体数随海拔变化的趋势类似, 均为先增加后下降。蝶类区系成分随着海拔升高发生改变, 广布种的比例逐渐降低, 高山草甸带和垫状植被带只有古北种分布。研究结果显示, 生境改变对蝴蝶群落影响明显, 保护生境是保护蝴蝶生存的最主要措施。

关键词: 东部天山; 蝶类; 多样性; 垂直分布

Butterfly diversity and vertical distribution in eastern Tianshan Mountain in Xinjiang

ZHANG Xin^{1,2}, HU Hongying³, LÜ Zhaozhi^{1,*}

1 Key Laboratory of Biogeography and Bioresource in Arid Land of Chinese Academy of Sciences, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 College of Life Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, China

Abstract: The Tianshan Mountain area is a large system of mountain ranges that spans China and a number of other Central Asian countries, with a length of more than 1700 km within the Xinjiang Uyghur Autonomous Region, northwest China. It has a typical temperate continental climate, has abundant forest and grassland resources, and is one of the most important water sources in the arid region of Central Asia. The Tianshan Mountains are also considered a biodiversity hotspot that plays a key role in the function of regional ecosystems, providing various habitats for plants and animals, including butterflies, which are considered environmentally sensitive and thus have potential to be used as ecological indicators. Surveys in the Xinjiang eastern Tianshan Mountains from 2006 to 2008 recorded 63 species of butterflies, which belonged to seven families and 43 genera, accounting for 24.80% of the total butterfly species recorded in Xinjiang. Palearctic species were dominant (73%), while widely distributed species made up the rest of the species (27%). No oriental species were recorded because of the geographical isolation. The Nymphalidae were the most diverse group with 19 species and 11 genera, while

基金项目: 中国科学院西部之光人才培养计划联合学者项目 (LHXZ200603)

收稿日期: 2012-01-20; **修订日期:** 2013-05-29

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhaozhi@ms.xjb.ac.cn

only 1 species of Riodinidae was recorded. The butterfly habitats in the Xinjiang eastern Tianshan Mountain area were divided into 5 altitudinal zones, including low mountain shrub grassland, mountain forest steppe, subalpine meadow, alpine meadow, and the cushion vegetation zone. In terms of butterfly species richness and total butterfly abundance these habitat zones were ranked from highest to lowest as follows: subalpine meadow > mountain forest steppe > low mountain shrub grassland > alpine meadow > cushion vegetation zone. The diversity of butterfly species, genera, and families were comprehensively evaluated using the Shannon-Wiener index and the G-F index. The results indicated that subalpine meadow habitats had the highest species diversity, followed by mountain forest steppe, low mountain shrub grassland, alpine meadow habitats, and finally the cushion vegetation zone. The Shannon and G-F indices showed similar patterns, demonstrating high species evenness among habitats and similar distribution patterns of butterfly families, genera, and species diversity in the study area. Changes in the number of species and butterfly abundance were related to changes in altitude, initially increasing with altitude and then declining. The fauna composition also changed along the altitudinal gradient. The proportion of widely distributed species gradually declined, and there was no distribution especially in meadow and cushion vegetation zone. However, Palearctic species showed an opposite trend, rising with increasing altitude. Our results indicate that butterfly communities in the eastern Tianshan Mountain area were different from those at Altai Mountain and two other parts of the Tianshan Mountain area. Both diversity and fauna composition were strongly affected by different types of habitats. Attention should be paid to the potential consequences of habitat loss on butterflies that are only distributed in the cushion vegetation and alpine meadow zones. These species and habitats are particularly vulnerable as temperatures are expected to rise by a greater amount at higher altitudes in the future, which could cause the snowline to rise. To avoid the irreversible loss of biodiversity, habitat protection should be considered fundamental for the conservation of butterflies, and particularly the preservation of higher altitude habitats.

Key Words: eastern Tianshan Mountain; butterfly; diversity; vertical distribution

蝶类是生物多样性研究的热点类群之一,因对环境敏感常被看作是生态环境监测和评价的指示生物^[1],尤其是针对草原、草甸等缺乏高大遮蔽物的开放性生境的良好指示生物^[2]。中国西部是蝶类分布的热点区域之一,特有属、种较多,近年来我国许多地区已经开展了蝶类多样性的研究^[3-9],但对天山蝶类多样性的研究极少,国内仅有黄人鑫等在 20 世纪 80 年代对新疆西部天山的蝶类多样性进行了调查,共记录 6 科 20 属 37 种^[10],而对新疆东部天山的蝶类多样性研究尚未见报道。本文通过实地调查新疆东部天山蝶类资源,对蝶类多样性、垂直分布及区系组成进行分析,试图揭示天山东部蝶类多样性及垂直分布特征,为生物资源的合理保护利用与全球变化背景下的生物响应提供基础资料和理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究地区概况

天山山脉位于亚欧大陆中部,从最西端的乌兹别克斯坦的克孜尔库木沙漠东部,经哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦,一直延伸到中国新疆维吾尔自治区,新疆境内的天山属于东部天山部分,长度超过 1700 km^[11],是重要的森林、草原资源的集中地,也是中亚干旱区重要的水源涵养区域。

研究区域位于新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市以南的东部天山北坡。范围为 43°05'—43°27'N, 86°49'—87°40'E,海拔 1150—4558 m,具有明显的温带大陆性气候特征,年均温 5.7 °C,年平均降水量 483.8 mm^[11],研

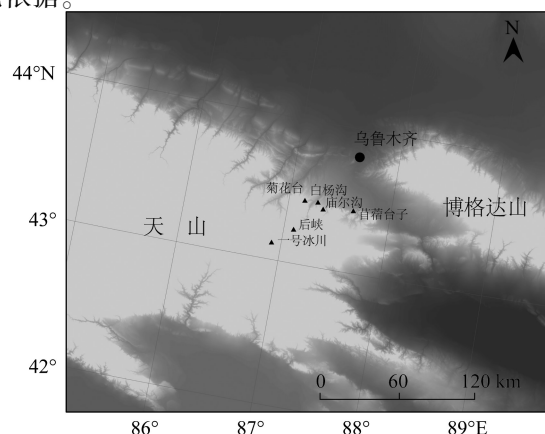


图 1 研究区域示意图

Fig.1 The sketch map of study area

究区域内的植被类型主要包括山地草原、山地针叶林、亚高山草甸、高山草甸-垫状植被等(图 1)。

在研究区域内选取了 6 个调查地点,由东向西分别是:苜蓿台子、庙儿沟、白杨沟、菊花台、后峡、一号冰川。调查地点的海拔由东向西逐渐升高,从最东部苜蓿台子低山草原带的 1500 m 以下上升到研究区域西南部一号冰川垫状植被带的 3500 m 以上。依据海拔、植被群落、土壤类型等因子将研究区域内的蝶类生境划分为 5 个垂直自然带,见表 1。

表 1 新疆东部天山蝶类不同生境类型比较

Table 1 Comparison of different habitat types in Xinjiang eastern Tianshan Mountain

生境类型 Habitat types	海拔/m Altitude	土壤类型 Soil types	植被类型 Vegetation
I	1500 以下	山地栗钙土	旱生灌木、草原
II	1500—2000	山地灰褐土、山地黑钙土	灌丛、针叶林
III	2000—2800	亚高山草甸土、山地灰褐土	针叶林、亚高山草甸
IV	2800—3500	高山草甸土	高山草甸
V	3500 以上	高山草甸土、原始土	垫状植被、苔藓、地衣

1.2 研究地点

1.2.1 低山灌木草原带(海拔 1500 m 以下)

处于海拔 1500 m 以下相对干旱,由针茅(*Stipa* sp.)、狐茅(*Festuca* sp.)和多种蒿类(*Artemisia* spp.)构成的草原地带。

1.2.2 山地森林草原带(海拔 1500—2000m)

位于天山云杉(*Picea schrenkiana*)形成的针叶林及其林下的草原区域,植物种类繁多,生长着以多种蔷薇(*Rosa* spp.)、锦鸡儿(*Caragana* spp.)、小檗(*Berberis* spp.)为主的灌丛。

1.2.3 亚高山草甸带(海拔 2000—2800 m)

本带包括一部分由天山云杉(*Picea schrenkiana*)形成的针叶林,以及针叶林上部的亚高山草甸区域。

1.2.4 高山草甸带(海拔 2800—3500 m)

本带已经没有成片的针叶林生长,仅在海拔较低的地方零星存在,而主要的植物类群是以多种苔草(*Carex* spp.)、蒿草(*Kobresia* spp.)、朱芽蓼(*Polygonum viviparum*)等为主的高山草甸。

1.2.5 垫状植被带(海拔 3500 m 以上)

本带气候严寒,植被单一,只有少量红景天(*Rhodiola* spp.)、四蕊山莓草(*Sibbaldia tetrandra*)^[12]以及一些苔藓和地衣组成小的垫状植物群落。

1.3 样线调查方法

于 2006 年—2008 年每年的 6—8 月对所有调查地点的蝶类资源进行实地调查,每月 15 日对每个调查地点采集 1 d,如遇阴雨天气则顺延。选择蝶类飞翔频繁的 10:00—16:00,在调查地点内选择 10 km 的样线,沿样线行走,网捕采集线路两侧各 2.5 m、高 5 m 范围内的所有蝶类成虫^[13],将采集到的标本装入三角纸袋,带回实验室对照文献资料进行分类鉴定和统计。鉴定采用周尧分类系统^[14-17]。

1.4 数据分析与计算

(1)物种丰富度 S 用不同生境类型中的物种数量来表示。

(2)物种多样性分析采用 Shannon-Wiener 多样性指数(H'):

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

式中, $P_i = N_i/N$,为第 i 个物种个体数占群落中总个体数的比例, N_i 为第 i 个物种的数量, N 为群落个体总数^[18]。

(3)科与属的多样性采用 G-F 指数

F 指数

$$D_F = \sum_{k=1}^m D_{FK}$$

式中,F 指数代表科的多样性,其中 D_F 为 F 指数, m 为生境中的科数, D_{FK} 代表 k 科的物种多样性^[19],其计算公式为:

$$D_{FK} = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

式中, p_i 为生境中 k 科 i 属的物种数占 k 科物种总数的比值, n 为 k 科中的属数^[19]。

G 指数:

$$D_G = - \sum_{j=1}^p q_j \ln q_j$$

式中,G 指数代表属的多样性,其中 D_G 为 G 指数, q_j 为生境中 j 属的物种数与总的物种数之比, p 为生境中的属数^[19]。

G-F 指数:

$$D_{G-F} = 1 - D_G/D_F$$

式中, D_{G-F} 为 G-F 指数,如果该地区仅有一个物种,或仅有几个分布在不同科的物种,则定义该地区的 G-F 指数为零^[19]。

(4) 物种均匀度分析采用 Pielou 均匀度指数(J)

$$J' = H'/\ln S$$

式中, H' 为 Shannon 多样性指数, S 为物种数^[20]。

(5) 物种相似性采用 Jaccard 相似性系数(C_s)

$$C_s = c/(a + b - c)$$

式中, c 为两种生境类型的共同物种数, a 和 b 分别为生境类型 A 和生境类型 B 的物种数。当相似性系数 C_s 为 0.00—0.25 时为极不相似, C_s 为 0.25—0.50 时为中等不相似, C_s 为 0.50—0.75 时为中等相似, C_s 为 0.75—1.00 时为极相似^[21]。

2 研究结果

2.1 新疆东部天山蝶类物种组成及区系分析

在研究区域内共采集到蝶类 7 科 43 属 63 种,共计 2072 只,见附表 1。其中蛱蝶科的属、种和个体数量最多;眼蝶科属和种的数量仅次于蛱蝶科,但其个体数量小于粉蝶科和灰蝶科;粉蝶科的属和种数要小于眼蝶科,但个体数量超过眼蝶科很多;蛱蝶科仅有 1 属 1 种,种类和个体数量最少。见表 2。

从动物地理区系分析,新疆东部天山位于古北区中亚干旱区,蝶类区系成分以古北区种类为主,共有 46 种;其次是广布种,共有 17 种,未发现东洋种分布。

表 2 新疆东部天山蝶类组成及区系成分统计表

Table 2 The composition and fauna of butterflies in Xinjiang eastern Tianshan Mountain

科名 Families	属 No. of genera	种 No. of species	个体数量 No. of individuals	区系成分 Fauna element	
				古北种 Palearctic species	广布种 Widely-distributed species
凤蝶科 Papilionidae	2	4	158	3	1
粉蝶科 Pieridae	4	12	572	8	4
眼蝶科 Satyridae	9	13	299	13	0
蛱蝶科 Nymphalidae	13	19	686	13	6
蛱蝶科 Riodinidae	1	1	10	1	0
灰蝶科 Lycaenidae	11	11	313	7	4
弄蝶科 Hesperidae	3	3	34	1	2
合计 Total	43	63	2072	46	17

2.2 新疆东部天山蝶类垂直分布情况

2.2.1 低山灌木草原带(海拔 1500 m 以下)

分布有蝶类 5 科 17 属 19 种,占调查蝶类物种的 30.16% (表 3),其中古北种占 47.37%,广布种占 52.63%,广布种所占的比例超过了古北种,说明该区域由于相对干旱温暖,更有利于适应能力强的广布种生存。粉蝶科在这一区域相对数量较多,尤其是绢粉蝶(*Aporia crataegi*)、云粉蝶(*Pontia edusa*)、斑缘豆粉蝶(*Colias erate*)等种类,蛱蝶科的朱蛱蝶(*Nymphalis xanthomelas*)数量也较多。

2.2.2 山地森林草原带(海拔 1500—2000 m)

分布有蝶类 6 科 30 属 38 种,占所调查蝶类物种的 60.32%,其中古北种占 65.79%,广布种占 34.21%,随着海拔的升高,广布种的比例大幅下降,更适应低温环境的古北种比例超过了广布种。本带蝶类物种的组成丰富,飞翔能力较强的金凤蝶(*Papilio machaon*)在这里容易见到,取食小檗(*Berberis* sp.)的中亚绢粉蝶(*Aporia leucodice*)代替了分布于较低海拔的绢粉蝶(*A. crataegi*)成为本带数量最多的粉蝶科种类,而世界性分布的小红蛱蝶(*Vanessa cardui*)是本带的优势种类。灰蝶科的埃爱灰蝶(*Aricia eumedon*)出现在本带的蓝花老鹳草(*Geranium pseudosibiricum*)组成的花丛附近,是本带数量最多的小型蝶类。

2.2.3 亚高山草甸带(海拔 2000—2800 m)

分布有蝶类 6 科 33 属 48 种,占所调查蝶类物种的 76.19%,是所有垂直分布带中蝶类种类和数量最丰富的区域,其中古北种占 72.92%,显著超过广布种所占 27.08%,说明本带的温度进一步降低,气候条件已经不宜分布较低海拔的一部分广布种的生存。有多种蝶类仅分布在这里,如绿云粉蝶(*Pontia chloridice*)、黑纹粉蝶(*Pieris napi*)、浅橙豆粉蝶(*Colias staudingeri*);槁眼蝶(*Karanasa regeli*)、寿眼蝶(*Pseudochazara hippolyte*)、白室岩眼蝶(*Chazara heydenreichi*);孔雀蛱蝶(*Inachis io*)、白距朱蛱蝶(*Nymphalis vau-album*)、豹蛱蝶(*Argynnis paphia*)、珠蛱蝶(*Issoria lathonia*)、狄网蛱蝶(*Melitaea didyma*);弄蝶(*Hesperia comma*)和璃灰蝶(*Celastrina argiolus*)等。

2.2.4 高山草甸带(海拔 2800—3500 m)

分布有蝶类 6 科 11 属 13 种,占所调查蝶类物种的 20.63%,蝶类的种数已显著减少,广布种消失(图 2),主要是由于本带气候寒冷,年平均气温低至 $-5.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[11],绝大多数的蝶类已经难以生存。天山绢蝶(*Parnassius tianschanicus*)和中亚丽绢蝶(*P. actius*)成为本带耐寒蝶类的代表。时酒眼蝶(*Oeneis hora*)在研究区域内仅分布于该带。

2.2.5 垫状植被带(海拔 3500 m 以上)

分布有蝶类 3 科 3 属 3 种,仅占所调查蝶类物种的 4.76%,均为古北种,包括中亚丽绢蝶(*Parnassius actius*)、天山小蛱蝶(*Polycaena timur*)和中亚宝蛱蝶(*Boloria sipora*)。

表 3 新疆东部天山不同生境类型蝶类区系组成

Table 3 Faunas of butterflies in different habitat types in Xinjiang eastern Tianshan Mountain

生境类型 Habitat types	古北种 Palearctic species		广布种 Wide-distributed species		总数 Total	占总物种数百分比 Percentage/%
	物种数 Species	百分比 Percentage/%	物种数 Species	百分比 Percentage/%		
I	9	47.37	10	52.63	19	30.16
II	25	65.79	13	34.21	38	60.32
III	35	72.92	13	27.08	48	76.19
IV	13	100	0	0	13	20.63
V	3	100	0	0	3	4.76

2.3 新疆东部天山蝶类的垂直分布变化

从图 2 可以看出,新疆东部天山的蝶类物种数和个体数随着海拔的升高呈现明显变化趋势,随着海拔高

度上升到 2500 m,蝶类物种数和个体数均逐渐增加;而海拔从 2500 m 上升到 3500 m 的过程中,蝶类物种数和个体数均迅速下降。从整体来看,新疆东部天山蝶类物种数和个体数随着海拔上升呈现先增加后下降的趋势,而广布种所占的比例随海拔上升从 52.63%降至 0%。

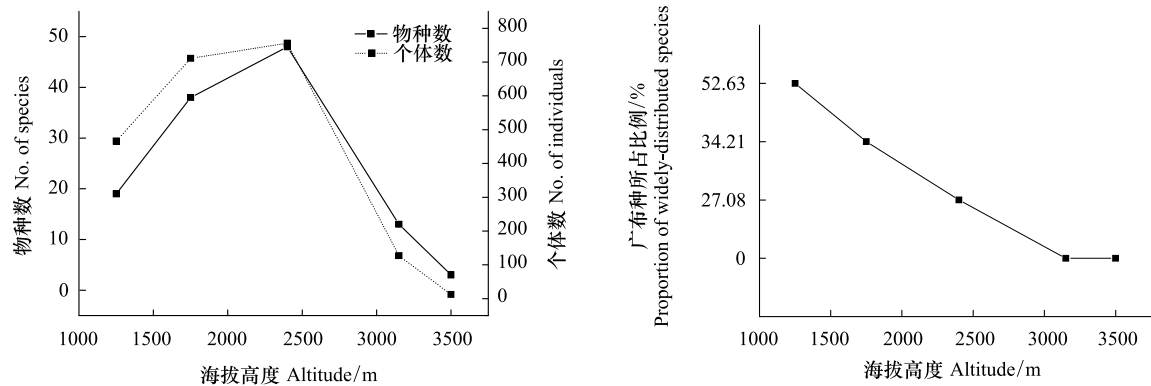


图 2 新疆东部天山蝶类垂直分布变化图

Fig.2 The vertical distribution of butterflies in Xinjiang eastern Tianshan Mountain

2.4 新疆东部天山蝶类多样性分析

由表 4 可知,反映物种多样性的 Shannon-Wiener 指数和反映科、属多样性的 G 指数、F 指数、G-F 指数均为 III>II>I>IV>V,结果显示亚高山草甸带的蝶类多样性最为丰富,其次是山地森林草原带和低山灌木草原带,而高山草甸带和垫状植被带的蝶类多样性相对较低,物种多样性和科、属多样性分析结果一致。各个生境之间的均匀度指数均较高,之间没有显著差异。

表 4 新疆东部天山不同生境类型蝶类多样性指数

Table 4 The diversity of butterflies in different habitat types in Xinjiang eastern Tianshan Mountain								
生境类型 Habitat types	科数 No. of families	属数 No. of genera	物种数 No. of species	G 指数 G-F index	F 指数 F index	G-F 指数 G-F index	Shannon 指数 Shannon index	均匀度指数 Evenness index
I	5	17	19	2.799	5.147	0.456	2.577	0.875
II	6	30	38	3.332	8.523	0.609	3.160	0.869
III	6	33	48	3.365	8.664	0.612	3.442	0.894
IV	6	11	13	2.352	3.121	0.247	2.328	0.908
V	3	3	3	1.099	0.000	0.000	1.040	0.946

2.5 新疆东部天山蝶类相似性分析

由表 5 可知,新疆东部天山蝶类不同生境间相似性不高,仅生境 I 和生境 II、生境 II 和生境 III 之间达到中等相似,而其他生境之间相似性均极低。说明生境变化对蝴蝶种类与分布影响较大。

表 5 新疆东部天山各生境蝶类的相似性系数

Table 5 The similarity coefficient of butterflies in different habitat types in Xinjiang eastern Tianshan Mountain				
生境类型 Habitat types	相似性系数 Similarity coefficient			
	II	III	IV	V
I	0.500	0.175	0	0
II		0.458	0.020	0
III			0.173	0
IV				0.231
V				

由表 6 可知,东部天山的蝶类与西部天山、北部天山和阿尔泰山相似性均为中等相似,但与西部天山和阿尔泰山相比,东部天山与北部天山之间的蝶类相似性略高,这说明东部天山和阿尔泰山之间不但距离很远,而且存在准噶尔盆地的阻隔,栖息在中高海拔的蝶类无法互相迁移,因此两地蝶类物种的相似程度要低于同属天山山脉的不同区域蝶类物种的相似程度。

表 6 天山山脉蝶类的相似性系数
Table 6 The similarity coefficient of butterflies within Tianshan Mountain

范围 Range	相似性系数 Similarity coefficient		
	西部天山 ^[10] Western Tianshan	北部天山 ^[22] Northern Tianshan	阿尔泰山 ^[23] Altai
东部天山 Eastern Tianshan	0.266	0.312	0.306
西部天山 Western Tianshan ^[10]		0.124	0.200
北部天山 Northern Tianshan ^[22]			0.249
阿尔泰山 Altai Mountain ^[23]			

3 结论与讨论

3.1 结论

3.1.1 本研究共记录蝶类 7 科 43 属 63 种,占新疆已记录蝶类种数 254 种的 24.80%^[24],种类超过新疆西部天山(37 种)^[10],低于北部天山^[22]和阿尔泰山^[23]。蝶类区系成分以古北种为主,占调查总种数的 73%,广布种占调查总种数的 27%,由于暖湿气流很难穿越青藏高原到达新疆,蝶类中的东洋种很难迁移到该区,目前尚未发现东洋种。

3.1.2 海拔高度的变化明显影响蝶类的分布情况,大部分蝶类生活在山地森林草原带(38 种)和亚高山草甸带(48 种),而高山草甸带和垫状植被带由于气温低,蝶类种类相对较少,这与阿尔泰山蝶类多样性的研究结果相似^[23]。随着海拔的升高,广布种的比例逐渐下降,高山草甸带和垫状植被带已经没有广布种分布。由于温度是影响蝶类物种分布的最主要因素之一^[25],这也反映尽管广布种相对古北种具有更广泛的适应环境的能力,但其耐受寒冷的能力弱于古北种。

3.1.3 从多样性角度分析,Shannon-Wiener 指数和 G 指数、F 指数、G-F 指数反映的结果相对一致,这说明在研究区域内,蝶类的物种多样性和科、属的多样性的分布格局趋于相同,这与广东石门台的蝶类多样性研究结果存在差异^[26],这可能与研究区域内分布的蝶类科、属数虽然较多,但缺乏含有很多种的“大属”有关。

3.1.4 从相似性角度分析,新疆东部天山的蝶类与天山其他区域以及阿尔泰山的相似性不高,仅达到中等相似,说明东部天山作为天山山脉最东端的一部分,蝶类多样性相对天山山脉其他区域相对特殊。而研究区域内部不同生境之间相似性也不高,显示蝶类在这一区域存在显著的垂直分布形态。

3.2 讨论与建议

新疆东部天山作为天山山脉的最东段,蕴含着丰富的水、矿产、森林和动植物资源,是蝶类良好的栖息环境,也是受人类活动干扰频繁的地区之一,随着全球气候变化的影响^[27-28],高山地区温度的上升更加明显,并导致雪线上移^[29],部分仅分布在高山草甸带和垫状植被带的蝶类物种的栖息地将受到影响。从物种多样性保护的角度上看,对蝶类而言最大的威胁就是因栖息地的破坏^[30-31],从而导致相应寄主植物群落的消亡,尤其是中、高海拔地区的生境遭受破坏后生态恢复速度更为缓慢,甚至导致不可逆的生物多样性丧失。因此,对于新疆东部天山蝶类生物多样性的保护工作必须重视对天然生境的保护,尤其是海拔 1500 m 以上区域的蝶类物种多样性最为丰富,更需要作为保护的重点保护区域。针对这些地区进行的工业建设、农牧业生产、旅游开发等应得到充分的评估,以避免对新疆东部天山自然环境的不良影响。而如何在维持区域环境动态平衡的前提下对生物资源进行有计划的合理利用也应当成为今后研究的主要方向。

References:

[1] Nelson S M. Butterflies (Papilionoidea and Hesperioidea) as potential ecological indicators of riparian quality in the semi-arid western United

- States. *Ecological Indicators*, 2007, 7(2): 469-480.
- [2] Rákósy L, Schmitt T. Are butterflies and moths suitable ecological indicator systems for restoration measures of semi-natural calcareous grassland habitats? *Ecological Indicators*, 2011, 11(5): 1040-1045.
- [3] Li X S, Zhang Y L, Fang J H, Schweiger O, Settele J. A butterfly hotspot in western China, its environmental threats and conservation. *Journal of Insect Conservation*, 2010, 15(5): 617-632.
- [4] Fang L J, Zhang Y L. Community structure and diversity of butterfly in Mt. Liupanshan National Nature Reserve of Ningxia, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2010, 21(4): 973-978.
- [5] Chen Z N, Zeng Y, Bao M, Ke J. Butterflies in the drainage area of Huangshui river in Qinghai province. *Sichuan Journal of Zoology*, 2010, 29(2): 205-208.
- [6] Xie Z P, Ni Y Q, Li Z Z, Li X M. Vertical distribution and diversity of butterflies in the northern slopes of Qilian Mountains and Hexi Corridor. *Acta Prataculturae Sinica*, 2009, 18(4): 195-201.
- [7] Fang J H, Niu B, Luo Y Q, Du P, Chen L. The biodiversity of butterfly communities in southern Gansu; *Parnassius* species as representatives. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(18): 4976-4985.
- [8] Li X, Yuan X Z, Deng H L. Vertical distribution and diversity of butterflies in Hengduan Mountains, Southwest China. *Chinese Journal of Ecology*, 2009, 28(9): 1847-1852.
- [9] Jia Y X, Hu T H, Yang G J, Wang X P, Wang J F. Study on community diversity of butterfly in Helan mountain nature reserve. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2008, 36(30): 13197-13199, 13233-13233.
- [10] Huang R X, Sun Q W. Butterflies and their vertical distribution in Xinjiang western Tianshan Mountain. *Journal of Xinjiang University: Natural Science Edition*, 1984, (2): 93-96.
- [11] Hu R J. *Physical Geography of the Tianshan Mountains in China*. Beijing: China Environmental Science Press, 2004.
- [12] Jia B Q, Yan S, Li G Q, Xu Y Q. A preliminary study on the alpine vegetation and the biodiversity in the headwater area of Urumqi river in the Tianshan Mountains. *Arid Zone Research*, 2002, 19(2): 17-20.
- [13] Pollard E, Yates T J. *Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation: The British Butterfly Monitoring Scheme*. London: Chapman & Hall, 1993.
- [14] Chou I. *Monograph of Chinese Butterflies*. Zhengzhou: Henan Scientific and Technological Publishing House, 1999.
- [15] Tuzov V K, Bogdanov P V, Devyatkin A L, Kaabak L V, Korolev V A, Murzin V S, Samodurov G D, Tarasov E A. *Guide to the Butterflies of Russia and Adjacent Territories (Lepidoptera, Rhopalocera): Volume 1. Hesperidae, Papilionidae, Pieridae, Satyridae*. Moscow: Pensoft Publishers, 1997.
- [16] Tuzov V K, Bogdanov P V, Churkin S V, Devyatkin A L, Dantchenko A V, Murzin V S, Samodurov G D, Zhdanko A B. *Guide to the Butterflies of Russia and Adjacent Territories (Lepidoptera, Rhopalocera). Volume 2. Libytheidae, Danaidae, Nymphalidae, Riodinidae, and Lycaenidae*. Moscow: Pensoft Publishers, 2000.
- [17] Gorbunov P Y. *The Butterflies of Russia: Classification, Genitalia, Keys for Identification (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea)* [D]. Saint Petersburg: Russian Academy of Sciences, 2001.
- [18] Liu C R, Ma K P, Lü Y H, Kang Y L. Measurement of biotic community diversity VI: the statistical aspects of diversity measures. *Biodiversity Science*, 1998, 6(3): 229-239.
- [19] Jiang Z G, Ji L Q. Avian-mammalian species diversity in nine representative sites in China. *Biodiversity Science*, 1999, 7(3): 220-225.
- [20] Mulder C P H, Bazeley-White E, Dimitrakopoulos P G, Hector A, Scherer-Lorenzen M, Schmid B. Species evenness and productivity in experimental plant communities. *Oikos*, 2004, 107(1): 50-63.
- [21] Yang H X, Lu Z Y. *Methods of Quantitative Classification in Plant Ecology*. Beijing: Science Press, 1981.
- [22] Korb S K. The butterfly fauna (Lepidoptera, Rhopalocera) of the Kungey Ala-Too Mt. Range (Northern Tien Shan). *Entomological Review*, 2009, 89(7): 793-804.
- [23] Lü X N, Duan X L, Wang W G, Li W, Shi H T, Gou B H. A study on species and vertical distribution of butterflies in Altai Mountains Xinjiang, China. *Biodiversity Science*, 1999, 7(1): 8-14.
- [24] Huang R X, Zhou H, Li X P. *Butterflies in Xinjiang. Urumqi: Xinjiang Technological and Medical Publishing House*, 2000.
- [25] Menéndez R, González-Megías A, Collingham Y, Fox R, Roy D B, Ohlemüller R, Thomas C D. Direct and indirect effects of climate and habitat factors on butterfly diversity. *Ecology*, 2007, 88(3): 605-611.
- [26] Wang M, Huang G H, Fan X L, Xie G Z, Huang L S, Dai K Y. Species diversity of butterflies in Shimentai Nature Reserve, Guangdong. *Biodiversity Science*, 2003, 11(6): 441-453.
- [27] Meehl G A, Stocker T F, Collins W D. Global climate projections. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working*

- Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [28] Yuan Q X, Wei W S. Annual climate change in the Tianshan Mountainous since Recent 40 Years. *Arid Zone Research*, 2006, 23(1): 115-118.
- [29] Nogués-Bravo D, Araújo M B, Errea M P, Martínez J P. Exposure of global mountain systems to climate warming during the 21st Century. *Global Environmental Change*, 2007, 17(3/4): 420-428.
- [30] Mousson L, Nève G, Baguette M. Metapopulation structure and conservation of the cranberry fritillary *Boloria aquilonaris* (Lepidoptera, Nymphalidae) in Belgium. *Biological Conservation*, 1999, 87(3): 285-293.
- [31] van Swaay C A M, Warren M S. Red Data Book of European Butterflies (Rhopalocera). Nature and Environment, No. 99. Strasbourg: Council of Europe Publishing, 1999.

参考文献:

- [4] 房丽君, 张雅林. 宁夏六盘山自然保护区蝶类群落结构和多样性. *应用生态学报*, 2010, 21(4): 973-978.
- [5] 陈振宁, 曾阳, 鲍敏, 柯君. 青海湟水流域蝶类. *四川动物*, 2010, 29(2): 205-208.
- [6] 谢宗平, 倪永清, 李志忠, 李晓明. 祁连山北坡及河西走廊蝶类垂直分布及群落多样性研究. *草业学报*, 2009, 18(4): 195-201.
- [7] 方健惠, 牛犇, 骆有庆, 杜品, 陈莉. 以绢蝶为代表的甘肃南部蝶类多样性. *生态学报*, 2010, 30(18): 4976-4985.
- [8] 黎璇, 袁兴中, 邓合黎. 横断山区蝶类的垂直分布及其多样性. *生态学报*, 2009, 28(9): 1847-1852.
- [9] 贾岩霞, 胡天华, 杨贵军, 王新谱, 王继飞. 宁夏贺兰山国家级自然保护区蝴蝶多样性研究. *安徽农业科学*, 2008, 36(30): 13197-13199, 13233-13233.
- [10] 黄人鑫, 孙庆文. 新疆天山西部的蝶类及其垂直分布. *新疆大学学报: 自然科学版*, 1984, (2): 93-96.
- [11] 胡汝骥. 中国天山自然地理. 北京: 中国环境科学出版社, 2004.
- [12] 贾宝全, 闫顺, 李国旗, 许英勤. 天山乌鲁木齐河源区高山带植被及其生物多样性初步研究. *干旱区研究*, 2002, 19(2): 17-20.
- [14] 周尧. 中国蝶类志. 郑州: 河南科学技术出版社, 1999.
- [18] 刘灿然, 马克平, 吕延华, 康永亮. 生物群落多样性的测度方法 VI: 与多样性测度有关的统计问题. *生物多样性*, 1998, 6(3): 229-239.
- [19] 蒋志刚, 纪力强. 鸟兽物种多样性测度的 G-F 指数方法. *生物多样性*, 1999, 7(3): 220-225.
- [21] 阳含熙, 卢泽愚. 植物生态学的数量分类方法. 北京: 科学出版社, 1981.
- [23] 吕学农, 段晓东, 王文广, 李伟, 师海涛, 苟宝华. 阿勒泰山蝴蝶种类调查及其垂直分布的研究. *生物多样性*, 1999, 7(1): 8-14.
- [24] 黄人鑫, 周红, 李新平. 新疆蝴蝶. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 2000.
- [26] 王敏, 黄国华, 范晓凌, 谢国忠, 黄林生, 戴克元. 石门台自然保护区蝴蝶物种多样性研究. *生物多样性*, 2003, 11(6): 441-453.
- [28] 袁晴雪, 魏文寿. 中国天山山区近 40a 来的年气候变化. *干旱区研究*, 2006, 23(1): 115-118.

附表 1 新疆东部天山蝶类名录及垂直分布与区系

物种 Species	个体数量 Individuals					区系 Fauna		
	垂直分布 Vertical distribution							
	I	II	III	IV	V	古北	东洋	广布
金凤蝶 <i>Papilio machaon</i>	0	13	6	0	0			+
阿波罗绢蝶 <i>Parnassius apollo</i>	0	37	11	0	0	+		
中亚丽绢蝶 <i>Parnassius actius</i>	0	0	0	5	3	+		
天山绢蝶 <i>Parnassius tianschanicus</i>	0	0	61	22	0	+		
绢粉蝶 <i>Aporia crataegi</i>	75	13	0	0	0			+
中亚绢粉蝶 <i>Aporia leucodice</i>	0	42	2	0	0	+		
云粉蝶 <i>Pontia edusa</i>	59	22	17	0	0			+
箭纹云粉蝶 <i>Pontia callidice</i>	0	0	32	7	0	+		
绿云粉蝶 <i>Pontia chloridice</i>	0	0	11	0	0	+		
黑纹粉蝶 <i>Pieris napi</i>	0	0	8	0	0	+		
粉蝶 <i>Pieris rapae</i>	39	19	0	0	0			+
欧洲粉蝶 <i>Pieris brassicae</i>	26	8	17	0	0			+
豆粉蝶 <i>Colias hyale</i>	0	16	25	8	0	+		
斑缘豆粉蝶 <i>Colias erate</i>	55	41	10	0	0	+		
浅橙豆粉蝶 <i>Colias staudingeri</i>	0	0	4	0	0	+		
砂豆粉蝶 <i>Colias thisoa</i>	0	0	11	15	0	+		

续表

物种 Species	个体数量 Individuals 垂直分布 Vertical distribution					区系 Fauna		
	I	II	III	IV	V	古北	东洋	广布
天山小蛱蝶 <i>Polycaena timur</i>	0	0	0	4	6	+		
绿斑珍眼蝶 <i>Coenonympha sunbecca</i>	0	15	28	0	0	+		
蟾眼蝶 <i>Triphysa phryne</i>	0	2	0	0	0	+		
图兰红眼蝶 <i>Erebia turanica</i>	0	32	13	0	0	+		
褐眉云眼蝶 <i>Hyponephele lycaon</i>	16	12	3	0	0	+		
西方云眼蝶 <i>Hyponephele dysdora</i>	5	4	0	0	0	+		
时酒眼蝶 <i>Oeneis hora</i>	0	0	0	3	0	+		
仁眼蝶 <i>Hipparchia autonoe</i>	0	52	14	0	0	+		
槁眼蝶 <i>Karanasa regeli</i>	0	0	7	0	0	+		
寿眼蝶 <i>Pseudochazara hippolyte</i>	0	0	16	0	0	+		
突厥寿眼蝶 <i>Pseudochazara turkestana</i>	0	0	6	2	0	+		
八字岩眼蝶 <i>Chazara briseis</i>	22	13	11	0	0	+		
白室岩眼蝶 <i>Chazara heydenreichi</i>	0	0	18	0	0	+		
艾岩眼蝶 <i>Chazara enervata</i>	0	4	1	0	0	+		
单环蛱蝶 <i>Neptis rivularis</i>	35	8	8	0	0			+
小红蛱蝶 <i>Vanessa cardui</i>	17	102	32	0	0			+
孔雀蛱蝶 <i>Inachis io</i>	0	0	15	0	0	+		
白钩蛱蝶 <i>Polygonia c-album</i>	5	1	0	0	0	+		
白距朱蛱蝶 <i>Nymphalis vau-album</i>	0	0	8	0	0	+		
朱蛱蝶 <i>Nymphalis xanthomelas</i>	56	19	7	0	0			+
黄缘蛱蝶 <i>Nymphalis antiopa</i>	0	7	1	0	0	+		
荨麻蛱蝶 <i>Aglais urticae</i>	15	41	25	0	0			+
豹蛱蝶 <i>Argynnis paphia</i>	0	0	9	0	0			+
银斑豹蛱蝶 <i>Argynnis aglaja</i>	0	0	41	17	0	+		
灿福蛱蝶 <i>Argynnis adippe</i>	0	0	28	6	0	+		
福蛱蝶 <i>Argynnis niobe</i>	0	15	8	0	0	+		
珠蛱蝶 <i>Issoria lathonia</i>	0	0	12	0	0			+
中亚珍蛱蝶 <i>Clossiana hegemone</i>	0	29	64	0	0	+		
中亚宝蛱蝶 <i>Boloria sipora</i>	0	0	0	7	3	+		
狄网蛱蝶 <i>Melitaea didyma</i>	0	0	10	0	0	+		
阿拉网蛱蝶 <i>Melitaea ala</i>	0	1	4	0	0	+		
网蛱蝶 <i>Melitaea cinxia</i>	0	15	2	0	0	+		
月牙网蛱蝶 <i>Melitaea sibina</i>	9	4	0	0	0	+		
卡弄蝶 <i>Carcharodus alceae</i>	5	1	0	0	0	+		
星点弄蝶 <i>Muschampia tessellum</i>	0	1	6	0	0			+
弄蝶 <i>Hesperia comma</i>	0	0	21	0	0			+
新灰蝶 <i>Neolycaena sinensis</i>	0	16	0	0	0	+		
灰蝶 <i>Lycaena phlaeas</i>	8	4	0	0	0			+
橙灰蝶 <i>Thersamonolycaena dispar</i>	2	5	0	0	0			+
昙灰蝶 <i>Thersamonia thersamon</i>	11	1	0	0	0	+		
珠灰蝶 <i>Lycæides argyrognomon</i>	0	15	3	0	0			+
依眼灰蝶 <i>Polyommatus icarus</i>	0	0	73	24	0	+		
灿灰蝶 <i>Agriades pheretiades</i>	0	0	3	7	0	+		
埃爱灰蝶 <i>Aricia eumedon</i>	0	62	27	0	0	+		
点灰蝶 <i>Agrodiaetus damone</i>	0	4	3	0	0	+		
璃灰蝶 <i>Celastrina argiolus</i>	0	0	2	0	0			+
豆灰蝶 <i>Plebejus argus</i>	6	15	22	0	0	+		

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 17 Sep. ,2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- The overview and prospect of chemical composition of plant cuticular wax ZENG Qiong, LIU Dechun, LIU Yong (5133)
- Research progresses in carbon budget and carbon cycle of the coastal salt marshes in China
..... CAO Lei, SONG Jinming, LI Xuegang, et al (5141)

Autecology & Fundamentals

- Effects of straw interlayer on soil water and salt movement and sunflower photosynthetic characteristics in saline-alkali soils
..... ZHAO Yonggan, PANG Huancheng, LI Yuyi, et al (5153)
- Adaptations of dimorphic seeds and seedlings of *Suaeda salsa* to saline environments
..... LIU Yan, ZHOU Jiachao, ZHANG Xiaodong, et al (5162)
- Responses of root morphology of peanut varieties differing in drought tolerance to water-deficient stress
..... DING Hong, ZHANG Zhimeng, DAI Liangxiang, et al (5169)
- The relationship between physiological indexes of apple cultivars and resistance to *Eriosoma lanigerum* in summer
..... WANG Xicun, ZHOU Hongxu, YU Yi, et al (5177)
- Physiological responses of *Salicornia bigelovii* to salt stress during the flowering stage
..... LIU Weicheng, ZHENG Chunfang, CHEN Chen, et al (5184)
- Biological characteristics and cultivation of fruit body of wild medicinal mushroom *Perenniporia fraxinea*
..... LU Tie, BAU Tolgor (5194)
- The study of characteristics of soil microbial communities at high severity burned forest sites for the Great Xingan Mountains: an
example of slope and aspect BAI Aiqin, FU Bojie, QU Laiye, et al (5201)
- Effect of different fertilizer combinations and straw return on microbial biomass and nitrogen-fixing bacteria community in a paddy
soil LIU Xiaoqian, TU Shihua, SUN Xifa, et al (5210)
- Structural characters and nutrient contents of leaves as well as nitrogen distribution among different organs of big-headed wheat
..... WANG Lifang, WANG Dexuan, SHANGGUAN Zhouping (5219)
- Effects of EP-1 on spatial memory and anxiety in *Mus musculus* WANG Xiaojia, QIN Tingting, HU Xia, et al (5228)

Population, Community and Ecosystem

- Gap characteristics in the mixed broad-leaved Korean pine forest in Xiaoxing'an Mountains
..... LIU Shaochong, WANG Jinghua, DUAN Wenbiao, et al (5234)
- Soil nitrogen and phosphorus stoichiometry in a degradation series of *Kobresia humilis* meadows in the Tibetan Plateau
..... LIN Li, LI Yikang, ZHANG Fawei, DU Yangong, et al (5245)
- An analysis of carbon flux partition differences of a mid-subtropical planted coniferous forest in southeastern China
..... HUANG Kun, WANG Shaoqiang, WANG Huimin, et al (5252)
- The niche of annual mixed-seeding meadow in response to density in alpine region of the Qilian Mountain, China
..... ZHAO Chengzhang, ZHANG Jing, SHENG Yaping (5266)
- Functional feeding groups of macrozoobenthos from coastal water off Rushan PENG Songyao, LI Xinzhen (5274)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Effects of selective cutting on vegetation carbon storage of boreal *Larix gmelinii*-*Carex schmidtii* forested wetlands in Daxing'anling,
China MU Changcheng, LU Huicui, BAO Xu, et al (5286)
- CO₂ flux in the upland field with corn-rape seed rotation in the karst area of southwest China
..... FANG Bin, LI Xinqing, CHENG Jianzhong, et al (5299)
- Monitoring spatial variability of soil salinity in dry and wet seasons in the North Tarim Basin using remote sensing and electromagn-
etic induction instruments YAO Yuan, DING Jianli, LEI Lei, et al (5308)
- Methane and nitrous oxide fluxes in temperate secondary forest and larch plantation in Northeastern China
..... SUN Hailong, ZHANG Yandong, WU Shiyi (5320)
- Butterfly diversity and vertical distribution in eastern Tianshan Mountain in Xinjiang
..... ZHANG Xin, HU Hongying, LÜ Zhaozhi (5329)

- Dynamics of aerodynamic parameters over a rainfed maize agroecosystem and their relationships with controlling factors CAI Fu, ZHOU Guangsheng, MING Huiqing, et al (5339)
- The response process to extreme climate events of the household compound system in the northern slope of Tianshan Mountain LI Xiliang, HOU Xiangyang, DING Yong, et al (5353)
- Analysis on spatial-temporal heterogeneities of landscape fragmentation in urban fringe area; a case study in Shunyi district of Beijing LI Can, ZHANG Fengrong, ZHU Taifeng, et al (5363)
- Resource and Industrial Ecology**
- CPUE Standardization of *Illex argentinus* for Chinese Mainland squid-jigging fishery based on generalized linear Bayesian models LU Huajie, CHEN Xinjun, CAO Jie (5375)
- Spatial-temporal differentiation of water quality in Gufu River of Three Gorges Reservoir RAN Guihua, GE Jiwen, MIAO Wenjie, et al (5385)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- Comparison environmental impact of the peasant household in han, zang and hui nationality region; case of zhangye, Gannan and Linxia in Gansu Province ZHAO Xueyan, MAO Xiaowen (5397)
- Research Notes**
- The seasonal variation and community structure of zooplankton in China sea DU Mingmin, LIU Zhensheng, WANG Chunsheng, et al (5407)
- Immunotoxicity of marine pollutants on the clam *Ruditapes philippinarum* DING Jianfeng, YAN Xiwu, ZHAO Liqiang, et al (5419)
- Influence of submerged macrophytes on phosphorus transference between sediment and overlying water in decomposition period WANG Lizhi, WANG Guoxiang (5426)
- Distribution patterns of alien herbs in the Yiluo River basin GUO Yili, DING Shengyan, SU Si, et al (5438)

《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 张利权

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 17 期 (2013 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 17 (September, 2013)

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



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元