

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第12期 Vol.31 No.12 2011

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 (SHENTAI XUEBAO)

第31卷 第12期 2011年6月 (半月刊)

目 次

| | |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|
| 基于植被遥感的西南喀斯特退耕还林工程效果评价——以贵州省毕节地区为例..... | 李昊,蔡运龙,陈睿山,等 (3255) |
| 扩散对破碎化景观上宿主-寄生种群动态的影响 | 苏敏 (3265) |
| 湿地功能评价的尺度效应——以盐城滨海湿地为例 | 欧维新,叶丽芳,孙小祥,等 (3270) |
| 模拟氮沉降对杉木幼苗养分平衡的影响..... | 樊后保,廖迎春,刘文飞,等 (3277) |
| 中国东部森林样带典型森林水源涵养功能..... | 贺淑霞,李叙勇,莫菲,等 (3285) |
| 山西太岳山油松群落对采伐干扰的生态响应..... | 郭东罡,上官铁梁,白中科,等 (3296) |
| 长期施用有机无机肥对潮土微生物群落的影响 | 张焕军,郁红艳,丁维新 (3308) |
| 云南元江干热河谷五种优势植物的内生真菌多样性..... | 何彩梅,魏大巧,李海燕,等 (3315) |
| 塔里木河中游洪水漫溢区荒漠河岸林实生苗更新..... | 赵振勇,张科,卢磊,等 (3322) |
| 基于8hm ² 样地的天山云杉林蒸腾耗水从单株到林分的转换 | 张毓涛,梁凤超,常顺利,等 (3330) |
| 古尔班通古特沙漠土壤酶活性和微生物量氮对模拟氮沉降的响应..... | 周晓兵,张元明,陶冶,等 (3340) |
| Pb污染对马蔺生长、体内重金属元素积累以及叶绿体超微结构的影响 | 原海燕,郭智,黄苏珍 (3350) |
| 春、秋季节树干温度和液流速度对东北3树种树干表面CO ₂ 释放通量的影响 | 王秀伟,毛子军,孙涛,等 (3358) |
| 云南南部和中部地区公路旁紫茎泽兰土壤种子库分布格局..... | 唐樱殷,沈有信 (3368) |
| 利用半球图像法提取植被冠层结构特征参数..... | 彭焕华,赵传燕,冯兆东,等 (3376) |
| 黑河上游蝗虫与植被关系的CCA分析 | 赵成章,周伟,王科明,等 (3384) |
| 额尔古纳河流域秋季浮游植物群落结构特征..... | 庞科,姚锦仙,王昊,等 (3391) |
| 九龙江河口浮游植物的时空变动及主要影响因素..... | 王雨,林茂,陈兴群,等 (3399) |
| 东苕溪中下游河岸类型对鱼类多样性的影响..... | 黄亮亮,李建华,邹丽敏,等 (3415) |
| 基于RS/GIS公路路域水土流失动态变化的研究——以渝昆高速公路为例 | 陈爱侠,李敏,苏智先,等 (3424) |
| 流域景观结构的城市化影响与生态风险评价..... | 胡和兵,刘红玉,郝敬峰,等 (3432) |
| 基于景观格局的锦州湾沿海经济开发区生态风险分析..... | 高宾,李小玉,李志刚,等 (3441) |
| 若尔盖高原土地利用变化对生态系统服务价值的影响..... | 李晋昌,王文丽,胡光印,等 (3451) |
| 施用鸡粪对土壤与小白菜中Cu和Zn累积的影响 | 张妍,罗维,崔晓勇,等 (3460) |
| 基于GIS的宁夏灌区农田污染源结构特征解析..... | 曹艳春,冯永忠,杨引禄,等 (3468) |
| 底墒和种植方式对夏大豆光合特性及产量的影响..... | 刘岩,周勋波,陈雨海,等 (3478) |
| 不同施肥模式调控沿湖农田无机氮流失的原位研究——以南四湖过水区粮田为例 | 谭德水,江丽华,张骞,等 (3488) |
| 丛枝菌根真菌对低温下黄瓜幼苗光合生理和抗氧化酶活性的影响 | 刘爱荣,陈双臣,刘燕英,等 (3497) |
| 外源半胱氨酸对铜胁迫下小麦幼苗生长、铜积累量及抗氧化系统的影响 | 彭向永,宋敏 (3504) |
| 专论与综述 | |
| 水平扫描技术及其在生态学中的应用前景..... | 胡自民,李晶晶,李伟,等 (3512) |
| 研究简报 | |
| 昆仑山北坡4种优势灌木的气体交换特征..... | 朱军涛,李向义,张希明,等 (3522) |
| 不同比例尺DEM数据对森林生态类型划分精度的影响 | 唐立娜,黄聚聪,代力民 (3531) |
| 苏南丘陵区毛竹林冠截留降雨分布格局 | 贾永正,胡海波,张家洋 (3537) |
| 外来种湿地松凋落物对土壤微生物群落结构和功能的影响 | 陈法霖,郑华,阳柏苏,等 (3543) |
| 深圳地铁碳排放量 | 谢鸿宇,王习祥,杨木壮,等 (3551) |

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 304 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-06



封面图说:自然奇观红海滩·辽宁省盘锦市——在辽河入海口生长着大片的潮间带植物碱蓬草,举目望去,如霞似火,蔚为壮观,人们习惯地称之为红海滩。粗壮的根系加快着海滩土壤的脱盐过程,掉下的茎叶腐质后肥化了土壤,它是大海的生态屏障。

彩图提供:段文科先生 中国鸟网 <http://www.birdnet.cn> E-mail:dwk9911@126.com

黑河上游蝗虫与植被关系的 CCA 分析

赵成章*, 周伟, 王科明, 石福习, 高福元

(西北师范大学地理与环境科学学院, 甘肃兰州 730070)

摘要: 蝗虫与植物间存在复杂的耦合关系, 能够反映蝗虫对生境的选择和适应能力以及种群内部的协同关系。2009年6—8月在野外实地采样的基础上, 采用除趋势对应分析(Detrended correspondence analysis, DCA)和典范对应分析(Canonical correspondence analysis, CCA)方法, 研究了草地蝗虫种类组成、蝗虫群落分类、优势植物与蝗虫的对应关系。结果表明: 研究区的13种蝗虫分为6个类群, 不同群组间蝗虫的种类数、食性和栖境选择存在较大差异, 同组内的蝗虫在发生时间、生活型和营养生态位上不重叠; 蝗虫的多度与优势植物盖度之间表现出极显著相关、显著相关和不相关的复杂关系, 植物对蝗虫的影响更多的表现在为蝗虫提供适宜的栖息地而不完全是食物资源, 禾本科和菊科植物对蝗虫空间分布的影响最大。蝗虫分布格局受自身的生物学特性和植物群落组成差异的影响, 蝗虫与植物群落和优势植物之间的关系, 能够为蝗虫灾害发生与防治提供可借鉴依据。

关键词: 蝗虫群落; 除趋势对应分析; 典范对应分析; 植物群落; 祁连山地

The CCA analysis between grasshopper and plant community in upper reaches of Heihe River

ZHAO Chengzhang*, ZHOU Wei, WANG Keming, SHI Fuxi, GAO Fuyuan

College of Geography and Environment Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China

Abstract: The study of coupled relation between grasshopper and vegetation could help revealing the habitat selection and adaptability of the grasshopper and collaborative relationship within populations. The experiment was conducted in the Baidaban grassland which is located in upper reaches of Heihe of the north Qilian Mountain ($38^{\circ}48'0'' - 38^{\circ}49'50''N$, $99^{\circ}37'15'' - 99^{\circ}39'0''E$), with the altitude of 2400—2800 m and annual temperature of $1.8^{\circ}C$. The annual precipitation of this region varies within a range of 270—350 mm, and the soil is mainly consisted of chestnut and chernozem soil. Xerophytic perennial grasses and mesohydriphytic bushes were the dominant native vegetation in this region. Variety of vegetation types lead to a rich biodiversity of grasshopper population by providing a heterogeneous habitat for the survival and reproduction of grasshopper. From June to August in 2009, 7 fixed observation plots (1hm^2) along the elevation 50m were established. In each plot, 3—8 quadrates ($20\text{m} \times 20\text{m}$) were chosen according to typical location. In each quadrat, the pest-net (net diameter 30 cm) was used to seize grasshoppers by sweeping parallel 200 times, at the same time, vegetation community characteristics were investigated, including plant species richness, height, coverage and biomass. Thus the grasshopper species identification and quantitative statistics of grasshopper and plant variables were conducted in the laboratory. In this study, Detrended Correspondence Analysis (DCA) and Canonical Correspondence Analysis (CCA) were used to quantify the grasshopper population and analyze ecology relationship between grasshopper community spatial distribution pattern and vegetation community characteristic and dominant plant coverage. Besides, we analyzed the correlativity of grasshopper distribution number and dominant plant coverage. Results showed that a total of 1149 grasshoppers were collected, belonging to 3 families, 10 genera, 13 species. *Oedaleus decoratus*, *Gomphocerus licenti* and *Chorthippus albomarginatus* were the dominant species in this area. 13 species of grasshoppers were divided into six groups

基金项目: 国家自然科学基金(40971039); 甘肃省高校基本科研业务费资助项目; 甘肃省科技支撑计划项目(1011FKCA157)

收稿日期: 2010-06-02; 修订日期: 2010-11-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhaocz@nwnu.edu.cn

through DCA analysis. The number of grasshopper species, dominance, predatory behaviors and habitat choice of grasshopper are significantly different in those six groups. Meanwhile, no overlap was found within the same group in the hatch time, life form and tropic niche of grasshopper. The six grasshopper groups corresponded to different plant communities, and presented three kinds of correspondence relations, such as one-to-one correspondence relation between *Chorthippus fallax* and *Stellera chamaejasme* community; multiple-to-one correspondence of *Oedaleus decorus*, *Myrmeleotettix palpalis* and *Filchnerella sunanensis* with *Artemisia dalailamae* community; the rest of grasshopper community corresponded to multiple plant community types. There are three complex co-relationships between dominant plant coverage and grasshopper abundance, including extremely significant correlation, significant correlation and no correlation. *Gramineae* and *Compositae* plant have higher impact on the grasshopper distribution than other plants. Plant community affected grasshopper distribution pattern by providing food resource and proper habitat environment. The study of spatial distribution pattern and quantitative ecology relations between grasshopper and plant community and dominant plant, and the determination of the grasshopper species that most likely to have disaster in each plant community might be useful for predicting the grasshopper infestation and providing advices for grasshopper infestation control.

Key Words: grasshopper community; detrended correspondence analysis; canonical correspondence analysis; plant community; Qilian Mountains

蝗虫与植物群落有着密切的关系,并且多年来一直是生态学家研究的热点^[1-2],植被为蝗虫提供食物、适宜的微气候和栖息地等资源^[3],蝗虫对不同植物的采食选择可以改变植物群落的种间竞争格局,从而影响植物群落结构和多样性。许多学者^[4-10]已从植物群落多样性、群落结构和功能群角度分析植物对蝗虫发生的影响,贺达汉等^[11]曾对荒漠草原蝗虫营养生态位进行研究,将蝗虫分为不同需求类群。但是关于不同植物群落类型对蝗虫分布和发生数量的影响研究较少,特别是植物种对蝗虫空间分布的影响,而且分析方法上只是简单的相关分析,忽视了蝗虫对植物群落的适应和选择的生态关系。然而,排序和分类是研究群落生态关系的重要数量分析方法^[12],除趋势对应分析(DCA)根据环境因子将物种进行排序,排序轴反应一定的环境因子变化趋势,典范对应分析(CCA)将种类和环境因子表示在一个图上,可以直观看出他们之间的生态关系,已经广泛应用于很多植物研究中^[13-16]。

西北温带干旱草原地区生境复杂,蝗虫种类多样,蝗虫空间分布与草原植被的分布格局、群落多样性等变量之间存在复杂的耦合关系。黑河上游祁连山中山区的山地草原和荒漠草原是西北地区蝗虫发生的核心区^[17],周期性的蝗虫发生常造成严重的生态灾害和牧业损失。本文应用除趋势对应分析对黑河上游蝗虫种类进行排序,分析不同类群中蝗虫的组成、优势度和分布频度的差异,利用典范对应分析方法研究蝗虫分布和发生数量与优势植物间的生态关系,旨在明晰不同植物对蝗虫空间分布的影响,探讨蝗虫对生境的选择适应性以及种群内部的生态关系,从而为草原蝗虫灾害治理提供参考,并为生态脆弱区生态恢复工程提供新的理论视角。

1 研究方法

1.1 研究区域概况

研究区位于祁连山北坡黑河支流梨园河南侧的白大坂草原($38^{\circ}48'19''$ — $38^{\circ}49'35''$ N, $99^{\circ}37'28''$ — $99^{\circ}38'49''$ E),海拔2400—2800m,属于典型的大陆性气候,同时又具有水热显著的垂直地带性变化的山地气候特征,年平均气温1.8℃,7月均温14℃,1月均温—12.5℃,≥0℃积温为1688.8℃,年均降水量270—350mm,降水主要集中在6—8月。土壤以栗钙土和黑钙土为主,受地势起伏的影响,植被分布具有明显的垂直分异性,植被以旱生多年生禾本科植物和湿中生灌木为主。多样的植被类型为草地蝗虫种群提供了异质性生存和繁殖生境,造就了丰富的生物多样性。

1.2 蝗虫和植被群落调查

在研究区依据海拔高度,间隔50m设置一个1hm²调查样地,每个样地内选择代表性地段设置样方(20m×20m)3—8个,共36个。2009年7月25日、8月5日、8月15日分3次进行了蝗虫多样性和植物群落调查。在每个样方内用捕虫网(网径30cm)平行扫网200网,每网扫过植被弧度180°,分种类记录扫描的蝗虫个数,不能当场鉴定的蝗虫投入毒瓶,带回室内进一步鉴定、记录。每个样方内进行植被群落学调查,用针刺法测定草地群落总盖度,用计数法观测植物密度,用卷尺测量植物自然高度。

1.3 数据分析

(1) 各类群数量优势度的划分 个体数占总捕获量10%以上的为优势类群,个体数占总捕获量1%—10%为常见类群,个体数占总捕获量1%以下为稀有类群^[18]。

(2) 群落多样性测度 采用物种丰富度 $S = \text{种类数}$, Shannon-Wiener 多样性指数 (H) :

$$H = - \sum P_i \ln p_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, S) \quad P_i = N_i / N$$

式中, N 为所有种类的个体数量之和; P_i 为第 i 种类的个体数量与总个体数之比。

(3) 采用除趋势对应分析(Detrended correspondence analysis, DCA)对蝗虫进行分类,典范对应分析(Canonical correspondence analysis, CCA)和Pearson相关性系数分析不同植物群落中蝗虫空间分布和发生数量与植物盖度的关系。排序中环境因子是优势植物的盖度(在10个以上样方中有分布),在36个样方共采集蝗虫13种,组成13×36蝗虫物种矩阵,环境因子数据矩阵为11×36。DCA和CCA排序采用国际通用软件CANOCO4.5,相关性分析在SPSS16.0中完成。

2 结果与分析

2.1 草地群落多样性分析

受地形、微气候条件和土壤差异的影响,研究区植被类型复杂多样,包括7种植被群落(表1),它们分属于3个草地类,其中群落I属于荒漠草原类,植被稀疏,以中旱生植物为主,高度较低,物种数少。群落II—VI属于山地草原类,其中群落VI属于重度退化类型,群落优势种为狼毒,植物盖度较大;群落II和III属疏丛型退化草地,高度较大;其余群落以针茅为优势种,植被茂密,物种丰富。群落VII属山地草甸草原,代表了植被茂密的灌丛草地,物种贫乏。非参数检验结果显示,植物盖度和Shannon-Wiener多样性在不同植物群落差异显著($P<0.05$),植物高度和物种丰富度指数差异不显著($P>0.05$)。

表1 草地群落环境特征和多样性

Table 1 Grassland community environment characteristics and diversity

| 指标 Index | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|--------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 海拔 Elevation/m | 2400—2529 | 2516—2735 | 2482—2688 | 2640—2755 | 2684—2742 | 2725—2755 | 2774—2800 |
| 高度 Height/cm | 13.3±2.3 | 44.0±9.9 | 24.3±10 | 8.2±1.7 | 13.2±2.0 | 9.9±0.6 | 33.5±17.8 |
| 盖度 Coverage/% * | 55.6±5.8 | 73.8±8.0 | 54.0±9.0 | 66.2±3.5 | 87.6±1.2 | 74.0±10.0 | 90.5±7.5 |
| 物种丰富度 Species richness | 8.0±0.7 | 9.0±0.4 | 8.4±1.5 | 13.1±0.6 | 10.3±1.1 | 9.2±0.3 | 5.8±1.0 |
| Shannon-Wiener 指数* Shannon-Wiener index | 1.5±0.2 | 1.3±0.1 | 1.6±0.3 | 1.9±0.1 | 2.0±0.3 | 1.9±0.08 | 1.6±0.06 |

I : 驴驴蒿(*Artemisia dalailamae*)+针茅(*Stipa Krylovii*)-杂类草(Weeds); II : 醉马草(*Achnatherum inebrians*)+芨芨草(*Achnatherum splendens*)-杂类草; III : 芨芨草+针茅-杂类草; IV : 针茅+赖草(*Aneurolepidium dasystachys*)-紫菀(*Aster alpinus*); V : 星毛委陵菜(*Potentilla acaulis*)+针茅-赖草; VI : 狼毒(*Stellera chamaejasme*)+针茅-杂类草; VII : 苔草(*Carex kansuensis*)+金露梅(*Dasiphora fruticosa* (L.) Rydb.)-小檗(*Berberis brachypoda* Maxim); * 植被变量在7个植物群落中差异显著($P<0.05$)

2.2 蝗虫种类组成

经过鉴定和数量统计,在36个样方中共采集蝗虫1149头,隶属于3科10属13种。优势类群为丝角蝗科和槌角蝗科,其中丝角蝗科7属10种,占总捕获个体数的74.33%;槌角蝗科2属2种,占总捕获个体数24.10%;常见类群是癩蝗科,1属1种,仅占总捕获个体数的1.57%。在物种组成上,亚洲小车蝗(*Oedaleus*

decorus)、李氏大足蝗(*Gomphocerus licenti*)、白纹雏蝗(*Chorthippus albonemus*)个体数较多,它们是研究区的优势种,分别占总数量的31.58%、21.24%和11.82%,小翅雏蝗(*Chorthippus fallax*)和素色异爪蝗(*Euchorthippus unicolor*)是稀有种,分别占0.55%和0.98%,其余蝗虫属常见种,包括狭翅雏蝗(*Chorthippus dubius*)、华北雏蝗(*C. brunneus huabeiensis*)、宽须蚁蝗(*Myrmeleotettix palpalis*)、短星翅蝗(*Calliptamus abbreviatus*)、痴蝗(*Bryodema* sp.)、红翅皱膝蝗(*Angaracris rhodopa*)、宽翅曲背蝗(*Paracyptera microptera*)和肃南短鼻蝗(*Euchorthippus unicolor*)。

2.3 蝗虫群落分类及其特征

蝗虫DCA排序结果见图1,前两个排序轴的特征值分别是0.416、0.215。第一排序轴从左到右反应蝗虫分布几率逐渐增大,第二排序轴自下而上反应蝗虫优势度逐渐降低。13种蝗虫被分为6个类群,类群I位于DCA排序轴的最右端,包括亚洲小车蝗和宽须蚁蝗,个体数占总捕获个体数的34.44%;类群II只包括肃南短鼻蝗,分布范围较小,优势度较低;类群III包括短星翅蝗、狭翅雏蝗和红翅皱膝蝗,分布范围较广;类群IV包括痴蝗和素色异爪蝗,是研究区的稀有种;类群V物种数最丰富,包括李氏大足蝗、白纹雏蝗、宽翅曲背蝗和华北雏蝗。类群VI只包括狭翅雏蝗,是研究区的稀有种。

2.4 蝗虫空间分布与植物的CCA分析

采用CCA对所调查的36个样方的蝗虫分布和优势植物盖度进行空间分析,箭头表示植物种类,箭头连线的长短表示不同植物种类与蝗虫个体相对多度的相关性大小,箭头连线与排序轴夹角的大小表示优势植物盖度与排序轴相关性的大小,夹角越小说明关系越密切,箭头所处的象限表示优势植物与排序轴之间的正负相关性。排序图中前两个排序轴的特征值分别为0.354和0.117,达到总特征值(0.962)的49%和总典范分析特征值(0.644)的73%,而且环境因子轴与种类排序轴之间的相关系数分别为0.952和0.836。两个种类排序轴近似垂直(相关系数为0.034),两个环境排序轴的相关系数为0,表明排序结果可靠,能够较好地反应蝗虫与优势植物的生态关系。

与CCA排序图中第一排序轴相关系数较高的是狼毒($r=0.5337$)、驴驴蒿($r=-0.4168$)、星毛委陵菜($r=0.4153$)、赖草($r=0.4033$)、芨芨草($r=-0.3575$),说明第一排序轴从左至右杂类草盖度增大;与第二排序轴的相关性较高的是苔草($r=0.5479$)、针茅($r=-0.2949$)和赖草($r=-0.2276$),说明第二排序轴自下而上基本反映了禾本科植物盖度减小趋势。

从图2看出不同植物盖度与蝗虫分布和发生数量间存在不同的关系,其中肃南短鼻蝗多度与驴驴蒿盖度、李氏大足蝗和白纹雏蝗多度与赖草和狼毒盖度、红翅皱膝蝗与星毛委陵菜、亚洲小车蝗与针茅盖度间存在极显著正相关性($P<0.01$);素色异爪蝗多度与狼毒盖度、痴蝗与苔草、短星翅蝗与驴驴蒿、亚洲小车蝗与芨芨草间存在显著的正相关性($P<0.05$);宽须蚁蝗和狭翅雏蝗多度与驴驴蒿和芨芨草盖度、宽翅曲背蝗与醉马草间存在相关性,但相关不显著。

3 讨论与结论

栖境的差异在确定物种之间共存的本质方面是重要的,物种之间栖境选择的差异不重叠区域对物种共存的作用更显著^[19]。蝗虫对栖息地的选择和发生数量与蝗虫食性和生活型有密切关系^[6,20]。蝗虫类群的DCA分类结果反映了蝗虫组成是与其生境特征相适应的,同一类群内部蝗虫具有相似的食性或栖息地,但是在发

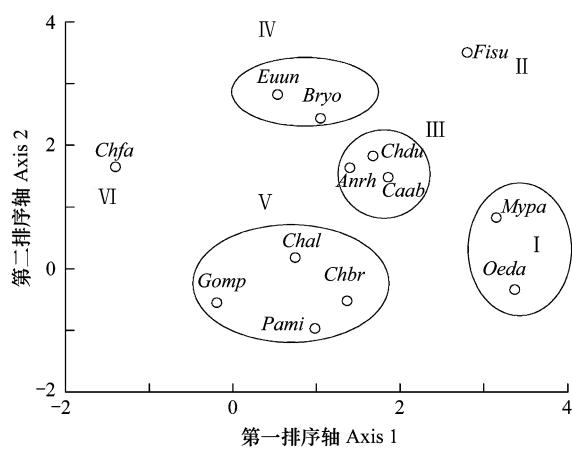


图1 蝗虫群落分类

Fig. 1 Grasshopper community classification

I—VI代表6种不同蝗虫类群,Chdu, Chal, Chfa, Chbr, Mypa, Oeda, Caab, Bryo, Anrh, Gomp, Pami, Euun 和 Fisu 分别是狭翅雏蝗,白纹雏蝗,小翅雏蝗,华北雏蝗,宽须蚁蝗,亚洲小车蝗,短星翅蝗,痴蝗,红翅皱膝蝗,李氏大足蝗,宽翅曲背蝗,素色异爪蝗和肃南短鼻蝗的拉丁文简写

生时间、生活型上有差异。蝗虫类群Ⅰ中亚洲小车蝗和宽须蚁蝗,分布在植被稀疏的干旱草原,喜食禾本科牧草,发生时间上分别属中发生种和早发生种,从而充分利用食物资源。类群Ⅱ肃南短鼻蝗分布在植被稀疏、土质板结的荒漠草原,喜食驴驴蒿、冷蒿等菊科植物。类群Ⅲ蝗虫喜栖在植被稀疏的退化草地,但食性选择有差异,狭翅锥蝗属禾-杂草兼食型,短星翅蝗和红翅皱膝蝗喜食杂类草。类群Ⅳ的蝗虫分布范围差异大,痂蝗在25个样方均有分布,而素色异爪蝗仅分布在6个样方,营养生态位不重叠,痂蝗除取食赖草和针茅外,还取食冷蒿、苔草、小旋花等。类群Ⅴ中4种蝗虫均喜食禾草,其中李氏大足蝗和宽翅曲背蝗还少量取食杂草,属早发生种,而白纹锥蝗和华北锥蝗属中发生种,喜栖在湿度大的环境。类群Ⅵ小翅锥蝗喜栖在环境潮湿牧草茂密的草地,喜食冰草、早熟禾、针茅和冷蒿等牧草。

环境因子在空间上的多样性是导致植物群落多样性的根本原因^[21],研究区随海拔升高,温度降低,降水量增大,草地类型由荒漠草原、山地草原过渡到山地草甸草原,坡度、坡向和坡位等微地形的差异,对水热进行了再分配,植被类型从旱生植物过渡到中生植物,形成多样的植被类型,从而为蝗虫提供食物、适宜的微气候和栖息地等资源,植物盖度对昆虫多样性的影响不同,非禾本科植物盖度对昆虫影响更大些,尤其对广谱性昆虫的影响^[22],蝗虫分布多度与优势植物盖度的CCA分析中,禾本科和菊科植物对蝗虫空间分布影响较大。不同植物对蝗虫分布和发生数量影响差异明显,有些是蝗虫喜食的食料资源,有些为蝗虫提供适宜的栖息地,然而蝗虫与植物间的联系更多地表现在植物为蝗虫提供栖息地,而不仅仅是食料资源,这与颜忠诚等在内蒙古对蝗虫栖境选择的研究结论一致。痂蝗受苔草影响最大,这是由于痂蝗除喜食禾草外,也喜食苔草、冷蒿等杂草;肃南短鼻蝗喜食蒿属植物,其分布受驴驴蒿影响最大;红翅皱膝蝗分布受醉马草和星毛委陵菜影响较大,是由于其喜食冷蒿和委陵菜,因此,以上3种蝗虫分布主要受食性选择的影响,并且非禾本科牧草对其影响更大些。而其它蝗虫由于食性广,适宜的栖境对其分布的影响更大些,短星翅蝗以杂草为食,喜栖在植被稀疏的群落;亚洲小车蝗喜栖在植被稀疏矮化、地面裸露的栖境中;宽须蚁蝗喜栖在植被稀疏禾草占优势的草地;狭翅锥蝗属禾草杂草兼食型蝗虫,喜栖在植被稀疏的环境,在驴驴蒿群落中分布最多;小翅锥蝗和素色异爪蝗喜栖在牧草茂密的环境,李氏大足蝗和白纹锥蝗栖息在湿度大的群落中。蝗虫和植物的CCA分析显示了蝗虫对植物选择的多样性,排序后蝗虫多度与植物盖度的相关性分析深刻揭示了二者之间的数量生态关系,可以为动物空间分布研究提供新的数量分析方法。因此,CCA排序分析蝗虫栖境选择受植物组成和蝗虫生活习性的共同影响,反映了蝗虫与植物间协同进化的生态关系^[19]。

蝗虫类群Ⅰ、Ⅱ与驴驴蒿群落Ⅰ对应,蝗虫类群Ⅵ与狼毒群落Ⅵ对应,以上3对蝗虫-植物群落关系反应了蝗虫与植物群落的对应关系。其余蝗虫类群与植物群落不完全对应,蝗虫类群Ⅲ中的短星翅蝗和狭翅锥蝗分布受驴驴蒿影响较大,红翅皱膝蝗受星毛委陵菜影响较大;蝗虫类群Ⅳ中痂蝗与苔草群落Ⅶ对应,而素色异爪蝗分布多度与针茅盖度关系最大;蝗虫类群Ⅴ中李氏大足蝗和白纹锥蝗分布中心是狼毒群落Ⅵ,宽翅曲背蝗与醉马草群落Ⅱ对应,但是华北锥蝗分布受植物影响较小,以上3个蝗虫类群对应多种植物群落,这种不完全对应关系反映了蝗虫栖境选择的多样性。生物个体、种群必然会选择使自己的适合度达到最大的栖境,然

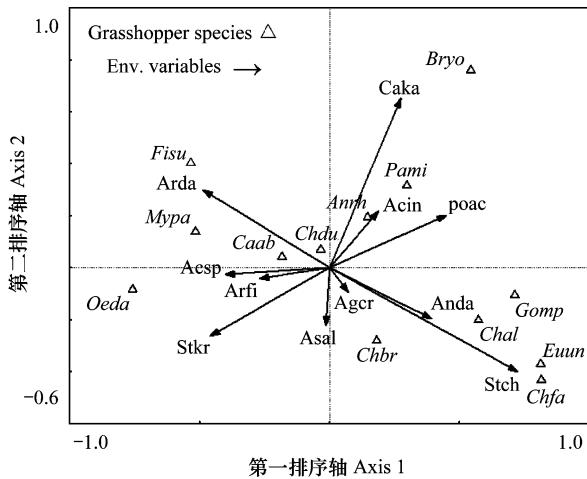


图2 蝗虫与植物的CCA二维排序图

Fig. 2 A two dimensional graph of CCA ordination for grasshopper and plant community

图中△代表蝗虫种类,拉丁文同图1;箭头代表植物种类,Acsp, Ager, Acin, Arda, Arfi, Stkr, Poac, Anda, Caka 分别是芨芨草 *Achnatherum splendens*, 扁穗冰草 *Agropyron cristatum*, 醉马草 *Achnatherum inebrians*, 驴驴蒿 *Artemisia dalailamae*, 冷蒿 *A. frigida*, 针茅 *Stipa Krylovii*, 紫菀 *Aster alpinus*, 狼毒 *Stellera chamaejasme*, 星毛委陵菜 *Potentilla acaulis*, 赖草 *Aneurolepidium dasystachys*, 苔草 *Carex kansuensis*

而决定动物或昆虫栖境选择的因素是复杂的^[19],海拔、坡度、坡向等地形因子对蝗虫分布也有重要影响^[23],这有待于进一步从地形等环境因子来探讨蝗虫分布和发生数量的影响因子。

传统的蝗虫灾害监测和预测方法,一般采用上年蝗虫残虫留量、冬季低温和当年研究区4—9月平均温度、降水等指标,预测蝗虫的始发期、盛发期、消失期以及发生量、可能造成的危害^[19],具有一定的局限性和滞后性。本文的研究结果确定了蝗虫与植被群落以及优势植物之间的关系,对蝗虫预测、监测和生物灾害的发生、防治具有重要借鉴意义。

References:

- [1] Stern V M, Smith R F, van den Bosch R, Hagen K S. The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid: the integrated control concept. *Hilgardia*, 1959, 29(2): 81-101.
- [2] Jonas J L, Joern A. Grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) communities respond to fire, bison grazing and weather in North American tallgrass prairie: a long term study. *Oecologia*, 2007, 153(3): 699-711.
- [3] Joern A. Resource utilization and community structure in assemblages of arid rangeland grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea). *Transactions of the American Entomological Society*, 1979, 105(3): 253-300.
- [4] Evans E W. Grasshopper (Insecta: Orthoptera: Acridoidea) assemblages of tallgrass prairie: influences of fire frequency, topography, and vegetation. *Canadian Journal of Zoology*, 1988, 66(7): 1495-1501.
- [5] Fielding D J, Brusven M A. Grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) community composition and ecological disturbance on southern Idaho rangeland. *Environmental Entomology*, 1993, 22: 71-81.
- [6] Yan Z C, Chen Y L. Habitat selection in grasshoppers in typical steppe: relationship between habitat selection and horizontal structure. *WuYi Science Journal*, 1998, 14: 251-257.
- [7] Kemp W P, O'Neill K M, Ciglano M M, Torrusio S. Field-scale variations in plant and grasshopper communities. *Transactions in GIS*, 2002, 6(2): 115-133.
- [8] Chang G, Liu C M, Jiang G F. Ordination and environmental factors analysis of grasshopper community in Luo River District of Loess Plateau. *Entomological Knowledge*, 2006, 43(1): 41-46.
- [9] Lu H, Han J H, Zhang Z H. Study on the relationship between plant diversity and grasshopper population in the steppe of Xilingoule. *Grassland and Turf*, 2008, (3), 21-28.
- [10] Torrusio S, Ciglano M M, De Wysiecki M L. Grasshopper (Orthoptera: Acridoidea) and plant community relationships in the Argentine pampas. *Journal of Biogeography*, 2009, 29(2): 221-229.
- [11] He D H, Zheng Z M. Trophic niche and interspecific food competitive model of grasshoppers in desert grassland. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1997, 8(6): 605-611.
- [12] Zhang J C. Fuzzy set ordination and its application. *Acta Ecologica Sinica*, 1992, 12(4): 325-331.
- [13] Zhang J H, Zhou H R, Gao M. Relationships between plant community characteristic index and soil factors in Alice Lake wetland. *Chinese Journal of Ecology*, 2007, 26(7): 983-988.
- [14] YuW C, Guo J Y, Hu X L, wang L B, Guo Y H, Ma G W. DCCA of the degenerated rangeland community in Hunshandake Sandyland. *Arid Land Geography*, 2008, 31(5): 759-764.
- [15] ChenP, Shen J H, Hu G, Shen G C, Zhang F G, Li M H, Yu M J. Spatial distribution and beta diversity of forest communities in mountainous areas of the West Lake in Hangzhou, East China. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(6): 2929-2937.
- [16] Wang S X, Wang X A, Li G Q, Guo H, Zhu Z H. Species diversity and environmental interpretation in the process of community succession in the Ziwei Mountain of Shaanxi Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(6): 1638-1647.
- [17] ZhaoC Z, Zhou W, Wang K M, Dong X G. Relationship between ecological distribution of grasshoppers and habitat in middle and upper reaches of the Hei River. *Journal of Lanzhou University: Natural Science*, 2009, 45(4): 42-47.
- [18] Yin X Q, Wang H X, Zhou D W. Characteristics of soil animals' communities in different agricultural ecosystem in the Songnen Grassland of China. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(6): 1071-1078.
- [19] Chen Y L. Chinese Main Locust and Locust Plague Ecology Management. Beijing: Science Press, 2007: 148-150.
- [20] Li Q, Chen Y Q, Chen Y L, Chen Z. Diversity of grasshopper community in lac plantation-farmland ecosystem. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009, 20(3): 729-735.
- [21] Liu J L, Li F R. Slope direction and topographic position interact to shape spatial distribution of soil macrofauna in a temperate secondary forest,

- China. Journal of Desert Research, 2008, 28(6) : 1104-1112.
- [22] Borges P A V, Brown V K. Phytophagous insects and web-building spiders in relation to pasture vegetation complexity. Ecography, 2001, 24(1) : 68-82.
- [23] Zhang H L, Ni S X, Cha Y, Wei L C. An topographic analysis of grasshopper outbreak in the region around Qinghai lake aided by GIS. Scientia Geographica Sinica, 2002, 22(4) : 441-444.

参考文献:

- [6] 颜忠诚, 陈永林. 草原蝗虫的栖境选择: 栖境选择与水平结构的关系. 武夷科学, 1998, 14: 251-257.
- [8] 常罡, 刘缠民, 蒋国芳, 王彦青, 刘慧. 黄土高原洛河流域蝗虫群落排序及环境因素分析. 昆虫知识, 2006, 43(1) : 41-46.
- [9] 卢辉, 韩建国, 张泽华. 锡林郭勒典型草原植物多样性和蝗虫种群的关系. 草原与草坪, 2008, (3) : 21-28.
- [11] 贺达汉, 郑哲民. 荒漠草原蝗虫营养生态位及种间食物竞争模型的研究. 应用生态学报, 1997, 8(6) : 605-611.
- [12] 张金屯. 模糊数学排序及其应用. 生态学报, 1992, 12(4) : 325-331.
- [13] 张江英, 周华荣, 高梅. 艾里克湖湿地植物群落特征指数与土壤因子的关系. 生态学杂志, 2007, 26(7) : 983- 988.
- [14] 余伟苍, 郭建英, 胡小龙, 王利兵, 郭雨华, 马广文. 浑善达克沙地东南部退化草场植物群落 DCCA 排序与环境解释. 干旱区地理, 2008, 31(5) : 759-764.
- [15] 陈攀, 慎佳泓, 胡广, 沈国春, 张方钢, 李铭红, 于明坚. 西湖风景名胜区不同类型森林群落的空间分布及 β 多样性. 生态学报, 2009, 29(6) : 2929-2937.
- [16] 王世雄, 王孝安, 李国庆, 郭华, 朱志红. 陕西子午岭植物群落演替过程中物种多样性变化与环境解释. 生态学报, 2010, 30(6) : 1638-1647.
- [17] 赵成章, 周伟, 王科明, 董小刚. 黑河中上游草原蝗虫生态分布与生境的关系. 兰州大学学报: 自然科学版, 2009, 45(4) : 42-47.
- [18] 殷秀琴, 王海霞, 周道玮. 松嫩草原区不同农业生态系统土壤动物群落特征. 生态学报, 2003, 23(6) : 1071-1078.
- [19] 陈永林. 中国主要蝗虫及蝗灾的生态学治理. 北京: 科学出版社, 2007: 148-150.
- [20] 李巧, 陈又清, 陈彦林, 陈祯. 紫胶林-农田复合生态系统蝗虫群落多样性. 应用生态学报, 2009, 20(3) : 729-735.
- [21] 刘继亮, 李锋瑞. 坡向和微地形对大型土壤动物空间分布格局的影响. 中国沙漠, 2008, 28(6) : 1104-1112.
- [23] 张洪亮, 倪绍祥, 查勇, 韦玉春. GIS 支持下青海湖地区草地蝗虫发生的地形分析. 地理科学, 2002, 22(4) : 441-444.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31 ,No. 12 June ,2011 (Semimonthly)

CONTENTS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Effect assessment of the project of grain for green in the karst region in Southwestern China: a case study of Bijie Prefecture | LI Hao, CAI Yunlong, CHEN Ruishan, et al (3255) |
| The effect of dispersal on the population dynamics of a host-parasite system in fragmented landscape | SU Min (3265) |
| The effect of spatial scales on wetland functions evaluation: a case study for coastal wetlands in Yancheng, Jiangsu Province | OU Weixin, YE Lifang, SUN Xiaoxiang, et al (3270) |
| Effects of simulated nitrogen deposition on nutrient balance of Chinese fir (<i>Cunninghamia lanceolata</i>) seedlings | FAN Houbao, LIAO Yingchun, LIU Wenfei, et al (3277) |
| The water conservation study of typical forest ecosystems in the forest transect of eastern China | HE Shuxia, LI Xuyong, MO Fei, et al (3285) |
| The ecological responses of <i>Pinus tabulaeformis</i> forests in Taiyue Mountains of Shanxi to artificial Harvesting | GUO Donggang, SHANGGUAN Tieliang, BAI Zhongke, et al (3296) |
| The influence of the long-term application of organic manure and mineral fertilizer on microbial community in calcareous fluvo-aquic soil | ZHANG Huanjun, YU Hongyan, DING Weixin (3308) |
| Endophytic fungal diversity of five dominant plant species in the dry-hot valley of Yuanjiang, Yunnan Province, China | HE Caimei, WEI Daqiao, LI Haiyan, et al (3315) |
| Seedling recruitment in desert riparian forest following river flooding in the middle reaches of the Tarim River | ZHAO Zhenyong, ZHANG Ke, LU Lei, et al (3322) |
| Scaling up for transpiration of <i>Pinaceae schrenkiana</i> stands based on 8hm permanent plots in Tianshan Mountains | ZHANG Yutao, LIANG Fengchao, CHANG Shunli, et al (3330) |
| Responses of soil enzyme activities and microbial biomass N to simulated N deposition in Gurbantunggut Desert | ZHOU Xiaobing, ZHANG Yuanning, TAO Ye, et al (3340) |
| Effects of Pb on growth, heavy metals accumulation and chloroplast ultrastructure of <i>Iris lactea</i> var. <i>Chinensis</i> | YUAN Haiyan, GUO Zhi, HUANG Suzhen (3350) |
| Effects of temperature and sap flow velocity on CO ₂ efflux from stems of three tree species in spring and autumn in Northeast China | WANG Xiuwei, MAO Zijun, SUN Tao, et al (3358) |
| The soil seed bank of <i>Eupatorium adenophorum</i> along roadsides in the south and middle area of Yunnan, China | TANG Yingyin, SHEN Youxin (3368) |
| Extracting the canopy structure parameters using hemispherical photography method | PENG Huanhua, ZHAO Chuanyan, FENG Zhaodong, et al (3376) |
| The CCA analysis between grasshopper and plant community in upper reaches of Heihe River | ZHAO Chengzhang, ZHOU Wei, WANG Keming, et al (3384) |
| Community structure characteristics of phytoplankton in argun River Drainage Area in autumn | PANG Ke, YAO Jinxian, WANG Hao, et al (3391) |
| Spatial and temporal variation of phytoplankton and impacting factors in Jiulongjiang Estuary of Xiamen, China | WANG Yu, LIN Mao, CHEN Xingqun, et al (3399) |
| Effect of bank type on fish biodiversity in the middle-lower reaches of East Tiaoxi River, China | HUANG Liangliang, LI Jianhua, ZOU Limin, et al (3415) |
| Study on dynamic changes of soil and water loss along highway based on RS/GIS: an example of Yujing expressway | CHEN Aixia, LI Min, SU Zhixian, et al (3424) |
| The urbanization effects on watershed landscape structure and their ecological risk assessment | HU Hebing, LIU Hongyu, HAO Jingfeng, et al (3432) |
| Assessment of ecological risk of coastal economic developing zone in Jinzhou Bay based on landscape pattern | GAO Bin, LI Xiaoyu, LI Zhigang, et al (3441) |
| Impacts of land use and cover changes on ecosystem service value in Zoige Plateau | LI Jinchang, WANG Wenli, HU Guangyin, et al (3451) |
| Effect of chicken manure application on Cu and Zn accumulation in soil and <i>Brassica sinensis</i> L. | ZHANG Yan, LUO Wei, CUI Xiaoyong, et al (3460) |
| GIS analysis of structural characteristics of pollution sources in irrigable farmland in Ningxia China | CAO Yanchun, FENG Yongzhong, YANG Yinlu, et al (3468) |
| Effects of pre-sowing soil moisture and planting patterns on photosynthetic characteristics and yield of summer soybean | LIU Yan, ZHOU Xunbo, CHEN Yuhai, et al (3478) |
| <i>In situ</i> study on influences of different fertilization patterns on inorganic nitrogen losses through leaching and runoff: a case of field in Nansi Lake Basin | TAN Deshui, JIANG Lihua, ZHANG Qian, et al (3488) |
| Effects of AM fungi on leaf photosynthetic physiological parameters and antioxidant enzyme activities under low temperature | LIU Airong, CHEN Shuangchen, LIU Yanying, et al (3497) |
| Effects of exogenous cysteine on growth, copper accumulation and antioxidative systems in wheat seedlings under Cu stress | PENG Xiangyong, SONG Min (3504) |
| Review and Monograph | |
| The horizon scanning technology and its application prospect in Ecology | HU Zimin, LI Jingjing, LI Wei, et al (3512) |
| Scientific Note | |
| The gas exchange characteristics of four shrubs on the northern slope of Kunlun Mountain | ZHU Juntao, LI Xiangyi, ZHANG Ximing, et al (3522) |
| Effect of DEM data at different scales on the accuracy of forest Ecological Classification system | TANG Lina, HUANG Juecong, DAI Limin (3531) |
| Canopy interception of rainfall by Bamboo plantations growing in the Hill Areas of Southern Jiangsu Province | JIA Yongzheng, HU Haibo, ZHANG Jiayang (3537) |
| Effects of exotic species slash pine (<i>Pinus elliottii</i>) litter on the structure and function of the soil microbial community | CHEN Falin, ZHENG Hua, YANG Bosu, et al (3543) |
| The carbon emission analysis of Shenzhen Metro | XIE Hongyu, WANG Xixiang, YANG Muzhuang, et al (3551) |

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

| 排序 Order | 期刊 Journal | 总被引频次 Total citation | 排序 Order | 期刊 Journal | 影响因子 Impact factor |
|-------------|-----------------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|-----------------------|
| 1 | 生态学报 | 11764 | 1 | 生态学报 | 1.812 |
| 2 | 应用生态学报 | 9430 | 2 | 植物生态学报 | 1.771 |
| 3 | 植物生态学报 | 4384 | 3 | 应用生态学报 | 1.733 |
| 4 | 西北植物学报 | 4177 | 4 | 生物多样性 | 1.553 |
| 5 | 生态学杂志 | 4048 | 5 | 生态学杂志 | 1.396 |
| 6 | 植物生理学通讯 | 3362 | 6 | 西北植物学报 | 0.986 |
| 7 | JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY | 3327 | 7 | 兽类学报 | 0.894 |
| 8 | MOLECULAR PLANT | 1788 | 8 | CELL RESEARCH | 0.873 |
| 9 | 水生生物学报 | 1773 | 9 | 植物学报 | 0.841 |
| 10 | 遗传学报 | 1667 | 10 | 植物研究 | 0.809 |

*《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次, 全国排名第 1; 影响因子 1.812, 全国排名第 14; 第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊; 中国精品科技期刊

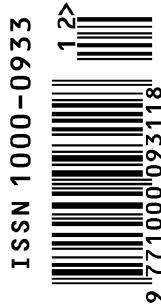
编辑部主任 孔红梅

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 31 卷 第 12 期 (2011 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 12 2011

| | | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 | 冯宗炜 | Editor-in-chief FENG Zong-Wei |
| 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 70.00 元