

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

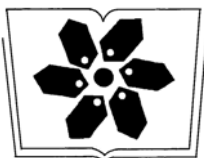
Acta Ecologica Sinica



第33卷 第11期 Vol.33 No.11 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 11 期 2013 年 6 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 新一代 Landsat 系列卫星: Landsat 8 遥感影像新增特征及其生态环境意义 徐涵秋, 唐 菲 (3249)
- 两种自然保护区设计方法——数学建模和计算机模拟 王宜成 (3258)
- 家域研究进展 张晋东, Vanessa HULL, 欧阳志云 (3269)
- 浅水湖泊生态系统稳态转换的阈值判定方法 李玉照, 刘 永, 赵 磊, 等 (3280)
- 辐射传输模型多尺度反演植被理化参数研究进展 肖艳芳, 周德民, 赵文吉 (3291)
- 微囊藻毒素对陆生植物的污染途径及累积研究进展 靳红梅, 常志州 (3298)

个体与基础生态

- 年龄、性别及季节因素对千岛湖岛屿社鼠最大活动距离的影响 叶 彬, 沈良良, 鲍毅新, 等 (3311)
- 寄主大小及寄生顺序对蝇蛹佣小蜂寄生策略的影响 詹月平, 周 敏, 贺 张, 等 (3318)
- 两种苹果砧木根系水力结构及其 PV 曲线水分参数对干旱胁迫的响应
..... 张林森, 张海亭, 胡景江, 等 (3324)
- 三种根系分泌脂肪酸对花生生长和土壤酶活性的影响 刘 苹, 赵海军, 仲子文, 等 (3332)

种群、群落和生态系统

- 象山港春季网采浮游植物的分布特征及其影响因素 江志兵, 朱旭宇, 高 瑜, 等 (3340)
- 洞头海域网采浮游植物的月际变化 朱旭宇, 黄 伟, 曾江宁, 等 (3351)
- 狗牙根与牛鞭草在三峡库区消落带水淹结束后的抗氧化酶活力 李兆佳, 熊高明, 邓龙强, 等 (3362)
- 三亚岩相潮间带底栖海藻群落结构及其季节变化 陈自强, 寿 鹿, 廖一波, 等 (3370)
- 长期围封对不同放牧强度下草地植物和 AM 真菌群落恢复的影响 周文萍, 向 丹, 胡亚军, 等 (3383)
- 北京松山自然保护区森林群落物种多样性及其神经网络预测 苏日古嘎, 张金屯, 王永霞 (3394)
- 藏北高寒草地生态补偿机制与方案 刘兴元, 龙瑞军 (3404)
- 辽东山区次生林生态系统不同林型树干茎流的理化性质 徐天乐, 朱教君, 于立忠, 等 (3415)
- 施氮对亚热带樟树林土壤呼吸的影响 郑 威, 闫文德, 王光军, 等 (3425)
- 人工高效经营雷竹林 CO₂ 通量估算及季节变化特征 陈云飞, 江 洪, 周国模, 等 (3434)
- 新疆典型荒漠区单食性天花吉丁虫磷元素含量对环境的响应 王 晶, 吕昭智, 宋 菁 (3445)
- 双斑长跗萤叶甲越冬卵在玉米田的空间分布型 张 聪, 葛 星, 赵 磊, 等 (3452)
- 舟山群岛四个养殖獐种群遗传多样性和遗传结构 林杰君, 鲍毅新, 刘 军, 等 (3460)

景观、区域和全球生态

- 乡镇尺度金塔绿洲时空格局变化 巩 杰, 谢余初, 孙 朋, 等 (3470)
- 合并与不合并: 两个相似性聚类分析方法比较 刘新涛, 刘晓光, 申 琪, 等 (3480)

资源与产业生态

基于投入产出表的中国水足迹走势分析 王艳阳,王会肖,张 昕 (3488)

基于 MRICES 模型的气候融资模拟分析 朱潜挺,吴 静,王 铮 (3499)

黄东海陆架区沉积物中磷的形态分布及生物可利用性..... 张小勇,杨 茜,孙 耀,等 (3509)

鄱阳湖采砂南移扩大影响范围——多源遥感的证据 崔丽娟,翟彦放,邬国锋 (3520)

温度、盐度及其互作效应对吉富罗非鱼血清 IGF-I 与生长的影响 强 俊,杨 弘,王 辉,等 (3526)

城乡与社会生态

福建省城镇-交通系统的景观分隔效应 张天海,罗 涛,邱全毅,等 (3536)

研究简报

青藏高原高寒草原区工程迹地面积对其恢复植物群落特征的影响 毛 亮,周 杰,郭正刚 (3547)

黄土山地苹果树树体不同方位液流速率分析..... 孟秦倩,王 健,张青峰,等 (3555)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 314 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 33 * 2013-06



封面图说: 清晨的天山马鹿群——家域是动物行为学和保护生物学的重要概念之一,它在动物对资源环境的适应与选择,种群密度及社会关系等生态学过程研究中有着重要的作用。马鹿属于北方森林草原型动物,在选择生境的各种要素中,隐蔽条件、水源和食物的丰富度是最重要的指标。野生天山马鹿是中国的特产亚种,主要分布在北天山深山海拔1500—3800m 地带的森林草原中,在高山至谷地之间不同高度的坡面上,马鹿按季节、昼夜变化的不同进行采食。

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/stxb201203210387

张聪, 葛星, 赵磊, 王振营, 何康来, 白树雄. 双斑长跗萤叶甲越冬卵在玉米田的空间分布型. 生态学报, 2013, 33(11): 3452-3459.

Zhang C, Ge X, Zhao L, Wang Z Y, He K L, Bai S X. The spatial distribution pattern of overwintering egg of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) in corn field. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(11): 3452-3459.

双斑长跗萤叶甲越冬卵在玉米田的空间分布型

张 聪, 葛 星, 赵 磊, 王振营*, 何康来, 白树雄

(中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要:为明确双斑长跗萤叶甲越冬卵的空间分布型, 2011 年 10 月采用分层随机抽样法在山西省晋中市的玉米田对土壤中的越冬卵进行调查。通过频次分布检验、聚集度指标的测定、改进的 Iwao m^*-m 回归分析法和 Taylor 幂法则对越冬卵在土壤中的空间分布型进行了分析, 并对聚集均数(λ)进行检验, 分析越冬卵聚集的原因。结果表明: 双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中的理论分布型符合负二项分布, 各项聚集度指标均满足 $C>1$, $C_A>0$, $I>0$, $k>0$, $m^*/m>1$, 空间分布图式在低密度下为聚集分布, 基本成分为单个个体, 个体间相互排斥。基本成分的相对聚集度随越冬卵种群密度而变化的速率为 3.52 m -15.61。种群密度越大, 相对聚集度的变化速率也越大, 而且聚集的程度随着卵密度的增大而增高。聚集均数(λ)的测定表明, 聚集是成虫的产卵习性和田间植被的生长情况、土壤性质、温湿度等环境因子综合作用的结果。双斑长跗萤叶甲成虫主要在近土表的土壤中产卵, 在距土表 15 cm 以上的土壤中, 有 94.2% 的越冬卵分布在距土表 0—10 cm 的土层中, 其中以距土表 2—5 cm 的土层中的卵量最多, 平均每个样点有卵 25.56 粒, 占总数的 64.7%, 显著高于其他深度土层的卵量。

关键词: 双斑长跗萤叶甲; 越冬卵; 空间分布型; 分层随机抽样法

The spatial distribution pattern of overwintering egg of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) in corn field

ZHANG Cong, GE Xing, ZHAO Lei, WANG Zhenying*, HE Kanglai, BAI Shuxiong

State Key Laboratory for the Biology of the Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China

Abstract: The objectives of this work were to clarify the spatial distribution pattern of the overwintering eggs of *M. hieroglyphica* (Motschulsky). An investigation with stratified random sampling was conducted on the egg number in corn field of Jinzhong, Shanxi province in October 2011. The spatial distribution pattern of the overwintering eggs of *M. hieroglyphica* in soil was studied by determination of frequency distribution, aggregated indices, the improved Iwao's regression equation and Taylor's power law. The reasons for the aggregation of the overwintering eggs of *M. hieroglyphica* was analyzed according to estimation by aggregation mean (λ). Results indicated that the overwintering eggs of *M. hieroglyphica* belong to negative binomial distribution and the aggregated indices of overwintering eggs met $C>1$, $C_A>0$, $I>0$, $k>0$, $m^*/m>1$, so *M. Hieroglyphica* eggs in soil presented pattern of aggregation distribution in low population density, and its fundamental component was the individual that was mutually exclusive. The rate of relative aggregation change of fundamental component was 3.52 m -15.61, which changed with the population density of overwintering egg of *M. hieroglyphica*. The greater the population density of overwintering eggs, the greater the change rate of relative aggregation degree. The degree of aggregation increased with the population density of overwintering eggs. Aggregation mean λ value

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-02); 公益性行业(农业)科研专项(200903004)资金资助

收稿日期: 2012-03-21; 修订日期: 2012-10-23

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wangzy61@163.com

indicated that the aggregation might be due to the combined actions of the oviposition habits of adults and other environmental factors, including the growth of vegetation, soil features, temperature and humidity, etc. Female of *M. hieroglyphica* usually deposited the overwintering eggs below the soil surface. It was observed that the 94.2% of the eggs were laid in the top 10 cm between 0 and 15 cm of the soil surface. In addition, the number of *M. hieroglyphica* eggs between 2 and 5 cm below the soil surface was significantly more than others with an average value of 25.56 in every sample, which is 64.7% of the total.

Key Words: *Monolepta hieroglyphica*; overwintering egg; spatial distribution pattern; stratified random sampling

昆虫的种群空间分布图式分为随机分布、聚集分布、均匀分布 3 种,常用的概率分布模型有泊松分布、负二项分布、奈曼分布和二项分布,其中泊松分布属于随机分布,负二项分布、奈曼分布属于聚集分布,二项分布属于均匀分布^[1]。国外学者对几种主要的概率分布模型及其应用进行了详细的描述^[2-17]。对昆虫种群空间格局的分析,需要考虑昆虫聚集程度的测度^[18],国内外学者从不同角度提出了一些衡量聚集程度的统计指标,主要有扩散系数 C ^[19]、丛生指标 I ^[20]、负二项分布 k 值^[21]、久野指数 C_A ^[22]、平均拥挤度 m^* 和聚块性指标 m^*/m ^[23]等。Taylor 和 Iwao 相应的提出了分析空间格局聚集性质的数学式^[24]。近 10 年来,我国对昆虫种群空间分布格局的研究主要集中在为害农林作物的主要害虫及天敌上,主要采用扩散系数 C 、丛生指标 I 、负二项分布 k 值等多种聚集度指标,以及 Taylor 幂法则和 Iwao 回归分析法,对黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata* 幼虫^[25]、花生蚜 *Aphis medicaginis*^[26]、烟粉虱 *Bemisia tabaci*^[27]、荔枝蜡 *Tessaratoma papillosa*^[28]、香蕉假茎象甲 *Odoiporus longicollis*^[29]、桃一点斑叶蝉 *Erythroneura sudra*^[30]、中华微刺盲蝽 *Gampylomma chinensis*^[31]、草履蚧 *Drosicha contrahens*^[32]、绿盲蝽 *Lygocoris lucorum*^[33]、豚草条纹萤叶甲 *Ophraella communa*^[34]、灰飞虱 *Laodelphgax striatellus*^[35]、新菠萝灰粉蚧 *Dysmicoccus neobrevipes*^[36]等昆虫的空间分布格局进行了研究。

双斑长跗萤叶甲 *M. hieroglyphica* (Motschulsky) 属鞘翅目 (Coleoptera)、叶甲科 (Chrysomelidae)、萤叶甲亚科 (Calerucinae),简称双斑萤叶甲。虽然双斑长跗萤叶甲为杂食性害虫,但过去很少危害玉米。近年来,随着作物种植格局、气候条件的改变,该害虫对玉米和棉花等农作物的为害呈加重趋势,为害区域和面积逐渐扩大,现已经成为陕西关中、山西、河北北部、北京北部、内蒙古、吉林、黑龙江和辽宁等省(区)部分地区玉米和新疆北疆棉花上的重要害虫^[37-39]。该害虫 1 年发生 1 代,以卵在土壤中越冬,卵期很长,翌年 5 月开始孵化,7 月田间始现成虫,在玉米的抽雄吐丝期为其发生盛期^[40-43]。已有研究表明双斑长跗萤叶甲成虫在棉田的为聚集分布,聚集的原因是由外部环境引起的^[44]。双斑长跗萤叶甲的越冬卵在玉米田土壤中的空间分布情况还未见报道。双斑长跗萤叶甲的幼虫生活在土壤中,在土壤中活动范围和扩散能力有限,越冬卵的分布决定了幼虫和蛹的分布,通过对越冬卵的空间分布进行研究可以推测该害虫幼虫和蛹的分布情况,并且对了解该害虫的种群动态和预测预报具有重要意义。

1 研究方法

1.1 空间格局调查方法

2011 年 10 月在山西省晋中市榆次区永安生态园的玉米田,应用分层随机抽样法进行采样调查。

选取当年双斑长跗萤叶甲发生严重的 9 块田,每块田为一个区组,按照田块的大小将每个田块分别划出 6—9 个小区(田 1、田 2、田 3 和田 7 划为 9 个小区,其余每个田块划为 6 个小区),小区面积为 20 m × 20 m,每个小区随机取 4 个样点,相邻的样点间隔 10—15 m,在玉米根系附近挖取土样,每个点的取样直径为 20 cm,深度为 15 cm;

另外选取双斑长跗萤叶甲发生严重的 1 块田,与空间分布格局调查的 9 块田相邻。随机取 27 个样点,相邻的样点间隔 10—15 m,取样直径为 20 cm,再按照 0—2 cm、2—5 cm、5—10 cm、10—15 cm 进行分层取样,将各个层次土样分别装入自封袋,贴上标签后带回实验室。

1.2 越冬卵的分离方法

双斑长跗萤叶甲的卵为椭圆形,初产卵为淡黄色,卵壳表面呈六边形的网纹状,宽约为 0.4 mm,长约为 0.6 mm。参照黄曲条跳甲卵的分离方法^[45],改进后用于双斑长跗萤叶甲越冬卵的分离。

由于每份土样都比较多,先把土样溶于清水中,然后倒入 3 层分样筛中用流水冲洗,分样筛孔径分别为 20、45、65 目,卵和细土粒就留在 65 目的细筛上。然后将卵和细土粒溶于 10% 的氯化钠溶液中,静置 5 min。在 10% 的氯化钠溶液中,卵的比重<氯化钠溶液的比重<土粒的比重,卵和杂物一起浮起,土粒沉淀下来,将上层含有卵的漂浮物倒入 65 目的细筛中。将这些漂浮物再用清水冲洗、浸泡,静置 5 min。在清水中,卵的比重>杂物的比重,卵就沉淀下来了,将漂浮物去除。最后将含卵的沉淀物晾干,在显微镜下找出双斑长跗萤叶甲的越冬卵并计数。

1.3 数据分析

1.3.1 频次分布检验

根据每个样点的卵粒数,将调查所得数据制成频次表,用二项分布、泊松分布、负二项分布、奈曼分布进行拟合。根据实测频次和理论频次作卡方适合性检验,得到 $\bar{x}$ 的函数值和 P 值,确定适合某种理论分布^[46]。

1.3.2 聚集度指标测定

将调查数据进行整理分析,计算每个样点的平均卵量和方差,通过 DPS 软件计算分析,得到各项聚集度指标值。

扩散系数 C ^[19], $C = S^2 / \bar{x}$, 式中 S^2 为样本方差, $\bar{x}$ 为种群的平均密度。当 $C < 1$ 时,种群为均匀分布。当 $C=1$ 时,为随机分布。当 $C>1$ 时,为聚集分布。

丛生指标 I ^[20], $I = (S^2 - \bar{x}) / \bar{x}$ 。当 $I < 0$ 时,种群为均匀分布。当 $I=0$ 时,为随机分布。当 $I>0$ 时,为聚集分布。

负二项分布 k 值^[21], $k = \bar{x}^2 / (S^2 - \bar{x})$ 。当 $k < 0$ 时,种群为均匀分布。当 $k > 0$ 时,为聚集分布。当 $k \rightarrow \infty$ (一般在 8 以上)时,为随机分布。

久野指数 C_A ^[22], $C_A = 1/k = (S^2 - \bar{x}) / \bar{x}^2$ 。当 $C_A < 0$ 时,种群为均匀分布。 $C_A=0$ 时,为随机分布。 $C_A>0$ 时,为聚集分布。

平均拥挤度 m^* 和聚块性指标 $m^* / \bar{x}$ ^[23], $m^* = \bar{x} + (S^2 - \bar{x}) / \bar{x}$ 。 m^* 为平均拥挤度指标,当 $m^* / \bar{x} < 1$ 时,种群为均匀分布。 $m^* / \bar{x} = 1$ 时,为泊松分布。 $m^* / \bar{x} > 1$ 时,为聚集分布。

1.3.3 改进的 m^*-m 回归分析法

Iwao m^*-m 回归模型^[47-48]在实际应用时, m^* 和 m 的关系常出现非线性关系,因此徐汝梅^[49]等、于秀林^[50]等对回归模型进行了改进,解释了模型各参数的生物学意义,克服了原模型在实际应用中的局限性。本研究采用于秀林^[50]等给出平均拥挤度 m^* 与平均密度 m 的三次非线性关系: $m^* = \alpha' + \beta' m + \gamma' m^2 + \delta m^3$, 式中 α' 是每个基本成分中个体数的分布的平均拥挤度; β' 是在低密度下基本成分的相对聚集度; $\gamma' + 2\delta m$ 是基本成分的相对聚集度 β 随种群密度 m 而变化的速率; 2δ 是基本成分的相对聚集度 β 随种群密度 m 而变化的加速率。 $\alpha' < 0$ 时,个体间相互排斥,分布的基本成分为单个体; $\alpha' = 0$ 时,分布的基本成分为单个体; $\alpha' > 0$ 时,个体间相互吸引,分布的基本成分为个体群,即小聚集团。 $\beta' < 1$ 时,基本成分为均匀分布; $\beta' = 1$ 时,基本成分为随机分布; $\beta' > 1$ 时,基本成分为聚集分布。

1.3.4 Taylor 幂法则

Taylor^[51]提出指数公式: $S^2 = am^b$, 将指数公式变换为 $\lg S^2 = \lg a + b \lg \bar{x}$ (a, b 为常数)。 b 表示种群聚集对密度依赖性的一个测度,当 $\lg a = 0, b = 1$ 时, $S^2 = \bar{x}$, 种群为随机分布; 当 $\lg a > 0, b = 1$ 时, $S^2 / \bar{x} = a$, 为聚集分布,但聚集度不依赖于密度; 当 $\lg a > 0, b > 1$ 时,为聚集分布,聚集度依赖于密度; 当 $\lg a < 0, b < 1$ 时,为均匀分布,种群密度越高越均匀。

1.3.5 聚集原因的检验

聚集均数公式为: $\lambda = \frac{\bar{x}\gamma}{2k}$, $\bar{x}$ 为各样点的平均卵量, k 为负二项分布的参数, γ 为具有自由度为 $2k$ 的 $\chi^2_{0.05}$

分布的函数值, 当 $2k$ 为非整数时, 通过线性内插法求得 $\chi^2_{0.05}$ 的值^[1]。通过聚集均数(λ)可以检验双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中的聚集原因, 当 $\lambda < 2$ 时, 种群的聚集是由某些环境因素引起的; 当 $\lambda \geq 2$ 时, 种群的聚集是由昆虫自身的产卵习性或者环境因素引起的。

1.3.6 越冬卵在土壤中的垂直分布规律

用 Excel 软件对不同土壤层的越冬卵数据进行整理分析, 并用 SAS 软件进行方差分析和多重比较, 确定双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中的垂直分布规律。

2 结果与分析

2.1 越冬卵的频次检验

将实测频次和理论频次进行适合性检验, 表 1 结果表明: 9 组数据中, 双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中的理论分布型均符合负二项分布; 有 5 组数据还符合奈曼分布。适合负二项分布的种群, 在田间表现为嵌纹分布; 适合奈曼分布的种群, 在田间表现为核心分布。嵌纹分布和核心分布均属于聚集分布, 因此双斑长跗萤叶甲越冬卵在玉米田土壤中的空间分布型为聚集分布。

表 1 双斑长跗萤叶甲越冬卵理论分布型的卡方检验

Table 1 Chi-square test of theoretical distribution about hibernating eggs of *M. hieroglyphica*

田块 Field	二项分布 Binomial distribution		泊松分布 Poisson distribution		负二项分布 Negative binomial distribution		奈曼分布 Neyman distribution	
	卡方值 Chi-square values	P	卡方值 Chi-square values	P	卡方值 Chi-square values	P	卡方值 Chi-square values	P
1	1553.37	<0.01	879.53	<0.01	4.20	0.38 *	43.49	<0.01
2	47.04	<0.01	28.94	<0.01	1.64	0.80 *	25.13	<0.01
3	175.16	<0.01	132.41	<0.01	1.06	0.90 *	194.90	<0.01
4	162.64	<0.01	84.50	<0.01	4.56	0.21 *	2.69	0.44 *
5	65.53	<0.01	43.75	<0.01	2.29	0.32 *	5.07	0.08 *
6	57.40	<0.01	33.48	<0.01	4.22	0.24 *	5.22	0.16 *
7	1232.75	<0.01	1042.29	<0.01	11.04	0.05 *	533.51	0.99 *
8	8.58	<0.01	5.56	0.02	2.03	0.99 *	2.32	0.99 *
9	509.30	<0.01	363.32	<0.01	1.34	0.51 *	139.65	<0.01

* 表示适合该理论分布型

2.2 聚集度指标分析

结果(表 2)表明: 越冬卵在土壤中的各项聚集度指标均满足 $C > 1$ 、 $C_A > 0$ 、 $I > 0$ 、 $k > 0$ 、 $m^*/m > 1$, 并且 $k < 8$, 空间分布型表现为聚集分布, 因此双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中的空间分布型为聚集分布。 k 值越趋近于 0, 聚集程度越高, 9 组 k 值均比较小, 说明聚集程度较高。

2.3 双斑长跗萤叶甲的线性回归方程

2.3.1 改进的 Iwao m^*-m 回归分析法

应用改进的 m^*-m 回归分析法得到双斑长跗萤叶甲越冬卵的三次非线性回归方程: $m^* = -21.43 + 41.36m - 15.61m^2 + 1.76m^3$ ($r = 0.92$)。由模型的各项参数可以得出: 双斑长跗萤叶甲越冬卵在低密度下为聚集分布, 个体间相互排斥, 基本成分的相对聚集度随种群密度而变化的速率为 $3.52m - 15.61$, 种群密度越大, 相对聚集度随密度而变化的速率越大, 基本成分的相对聚集度随种群密度而变化的加速率为 3.52。

表2 土壤中双斑长跗萤叶甲越冬卵的各项聚集度指标值

Table 2 Aggregated indices of hibernating eggs of <i>Monolepta hieroglyphica</i> in soil								
田块 Field	<i>m</i>	<i>S</i> ²	<i>C</i>	<i>I</i>	<i>k</i>	<i>C_A</i>	<i>m</i> [*]	<i>m</i> [*] / <i>m</i>
1	5.56	55.68	10.02	9.02	0.62	1.62	14.58	2.62
2	3.47	15.97	4.60	3.60	0.96	1.04	7.07	2.04
3	3.72	31.35	8.42	7.42	0.50	1.99	11.14	2.99
4	4.46	21.13	4.74	3.74	1.19	0.84	8.20	1.84
5	2.79	13.04	4.67	3.67	0.76	1.32	6.46	2.32
6	4.04	17.61	4.36	3.36	1.20	0.83	7.40	1.83
7	6.11	315.87	51.69	50.69	0.12	8.29	56.80	9.29
8	0.71	1.09	1.53	0.53	1.33	0.75	1.24	1.75
9	4.71	69.78	14.82	13.82	0.34	2.94	18.53	3.94

2.3.2 Taylor 幂法则

双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中的幂函数关系: $\lg S^2=0.21+2.17\lg m(r=0.91)$ 。由于 $\lg a>0$ 、 $b>1$,说明双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中的空间分布均为聚集分布,并且在任何密度下均为聚集分布,而且聚集程度随着种群密度的升高而升高。

2.4 聚集原因的检验

表3结果表明:除了田块8的聚集均数小于2,其他田块的双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中的聚集均数均大于2,说明双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中是典型的负二项分布,聚集是成虫的产卵习性和田间植被的生长情况、土壤性质、降雨等环境因子综合作用的结果。

表3 双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中的聚集均数

Table 3 Bliackiths λ value of hibernating eggs of <i>Monolepta hieroglyphica</i> (Motschulsky) in soil									
田块 Field	<i>k</i>	$\bar{x}$	γ	λ	田块 field	<i>k</i>	$\bar{x}$	γ	λ
1	0.62	5.56	20.41	21.79	6	1.20	4.04	15.64	11.22
2	0.96	3.47	13.84	10.67	7	0.12	6.11	22.17	82.78
3	0.50	3.72	14.63	16.58	8	1.33	0.71	5.12	1.89
4	1.19	4.46	16.95	12.43	9	0.34	4.71	17.74	27.37
5	0.76	2.79	11.69	9.70					

2.5 双斑长跗萤叶甲越冬卵在不同深度的土壤中的分布

对不同深度的土壤中的双斑长跗萤叶甲越冬卵卵量进行方差分析和多重比较,结果(图1)表明:双斑长跗萤叶甲成虫主要在近土表的土壤中产卵,在距土表15 cm 以上的土壤中,有94.2%的越冬卵分布在土表0—10 cm 的土层中,其中以距土表2—5 cm 的土层中的卵量最多,显著高于其他深度土层的卵量,平均每个样点有卵(25.56±5.02)粒,占总数的64.7%;距土表10—15 cm 的土层中的卵量最少,平均每个样点有卵(2.30±0.39)粒,仅占总数的5.8%;距土表0—2 cm、5—10 cm 的土壤层中的卵量分别为(5.82±1.47)粒、(5.85±0.96)粒,各占总数的14.7%和14.8%。虽然土表10 cm 以下的卵量很少,但可以明确的是双斑长跗萤叶甲卵在土壤中的分布深度可达15 cm 甚至更深。

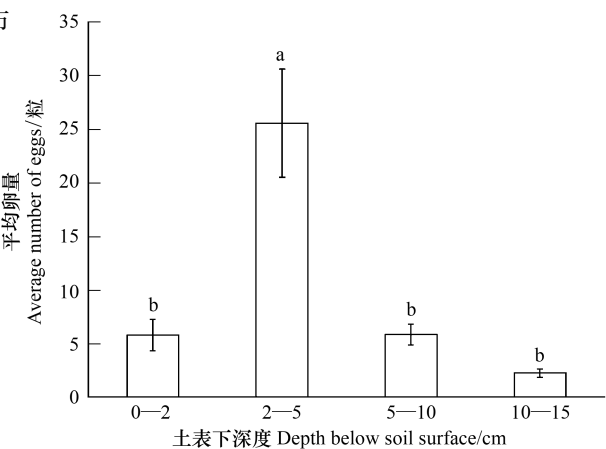


图1 双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤的垂直分布

Fig.1 Vertical distribution of overwintering eggs of *M. hieroglyphica* in soil

3 讨论

本研究结果表明双斑长跗萤叶甲越冬卵在玉米田土壤中为聚集分布,这同双斑长跗萤叶甲成虫在玉米田的空间分布有关。双斑长跗萤叶甲成虫为聚集分布,个体间相互吸引,分布及基本成分为个体群(另文发表),而且偏好在潮湿的土壤表面和缝隙中产卵,导致了越冬卵在玉米田的聚集分布。但是由于双斑长跗萤叶甲的越冬卵为散产,成虫一般产 1 粒就会换地点,很少有多粒卵粘在一起,因此越冬卵在土壤中以单个个体存在,个体间相互排斥。聚集是成虫的产卵习性和环境因素综合作用的结果。耕作制度、土表性质、土壤疏松度和湿度等是影响双斑长跗萤叶甲成虫产卵的主要因素,间接影响了卵在土壤中的分布。不同年份和地块的土壤性质、降雨、农事操作都不尽相同,田间的土壤水分在水平和垂直分布上会有很大差异,进而导致不同时间和田块的卵的分布有很大差别^[52]。地表土壤的特性是影响成虫产卵行为的重要因素,不同的耕作制度会改变土壤的特性,相比传统耕作的田块,北方玉米根萤叶甲 *Diabrotica barberi* (Smith and Lawrence) 的成虫在免耕田能产更多的卵^[53]。耕作制度和灌溉方式极大的影响卵在水平方向的分布,甚至会造成大量的卵产在玉米田垄与垄的中间^[54-55]。

双斑长跗萤叶甲雌虫有发达的产卵器,可以插入土壤中产卵,而且雌虫会钻入土缝中产卵。土壤的疏松度、植物根系的生长、土地干旱龟裂、土壤水分、土壤动物的活动均会影响叶甲成虫的产卵深度^[52]。双斑长跗萤叶甲越冬卵主要分布在近土表 10 cm 以上的土壤中,但是在距土表 10—15 cm 的土层中还有少量越冬卵分布。另一种北方玉米根萤叶甲 *D. longicornis* (Say) 的成虫喜欢在植物基部附近的土壤和土壤缝隙中产卵,偏好在土表 10 cm 以上的土壤中产卵,近土表 20 cm 以上土壤中的卵有 85% 分布于土表 0—10 cm 的土层中^[56]。土壤含水量对卵在土壤中的垂直分布有很大的影响:在土壤比较干燥的环境下,玉米根萤叶甲 *D. virgifera virgifera* (LeConte) 只有 32% 的卵分布在 7.5 cm 以上的土壤中,成虫在土壤湿度大的田块会产更多的卵^[57]。在进行双斑长跗萤叶甲越冬卵的调查时,取样深度要根据卵在田间土壤中的垂直分布来确定,因为双斑萤叶甲越冬卵主要在近土表 15 cm 以上的土壤中分布,因此将取样深度定为 15 cm。双斑长跗萤叶甲幼虫在土壤中活动范围和扩散能力有限,越冬卵的空间分布型决定了土壤中幼虫和蛹的空间分布型,研究双斑长跗萤叶甲越冬卵在土壤中的空间分布型对于了解幼虫、蛹的种群动态和分布情况有重要意义。

致谢: 长江大学农学院 2008 级实习生罗双菊、吴文丹;扬州大学园艺与植物保护学院 2008 级实习生杨阳、顾明艳以及吉林农业大学农学院 2008 级实习生刘志军参与了本研究的试验工作,特此致谢。

References:

- [1] Ding Y Q. The theory and application of insect population mathematical ecology. Beijing: Science Press, 1980: 87-105.
- [2] Garwood F. Fiducial limits for the poisson distribution. Biometrika, 1936, 28(3/4): 437-442.
- [3] Neyman J. On a new class of "contagious" distributions, applicable in entomology and bacteriology. The Annals of Mathematical Statistics, 1939, 10(1): 35-57.
- [4] Fisher R. The negative binomial distribution. Annals of Eugenics, 1941, 11(1): 182-187.
- [5] Anscombe F J. The transformation of poisson, binomial and negative-binomial data. Biometrika, 1948, 35(3/4): 246-254.
- [6] Bliss C I, Fisher R A. Fitting the negative binomial distribution to biological data. Biometrics, 1953, 9(2): 176-200.
- [7] Douglas J B. Fitting the Neyman Type A (two parameter) contagious distribution. Biometrics, 1955, 11(2): 149-173.
- [8] Rao C R, Chakravarti I M. Some small sample tests of significance for a poisson distribution. Biometrics, 1956, 12(3): 264-282.
- [9] Bliss C I, Owen A R G. Negative binomial distributions with a common k . Biometrika, 1958, 45(1/2): 37-58.
- [10] Edwards A W F. The meaning of binomial distribution. Nature, 1960, 186(4730): 1074.
- [11] Potthoff R F, Whittinghill M. Testing for homogeneity: II. The poisson distribution. Biometrika, 1966, 53(1/2): 183-190.
- [12] Srivastava R C, Srivastava A B L. On a characterization of the poisson distribution. Journal of Applied Probability, 1970, 7(2): 497-501.
- [13] Consul P C, Jain G C. A generalization of the poisson distribution. Technometrics, 1973, 15(4): 791-799.
- [14] Altham P M E. Two generalizations of the binomial distribution. Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics), 1978, 27(2): 162-167.
- [15] Tarone R E. Testing the goodness of fit of the binomial distribution. Biometrika, 1979, 66(3): 585-590.
- [16] Taylor L R, Woivod I P, Perry J N. The Negative binomial as a dynamic ecological model for aggregation, and the density dependence of k . The Journal of Animal Ecology, 1979, 48(1): 289-304.

- [17] Massé J C, Theodorescu R. Neyman type A distribution revisited. *Statistica Neerlandica*, 2005, 59(2): 206-213.
- [18] Waters W E. A quantitative measure of aggregation in insects. *Journal of Economic Entomology*, 1959, 52(6): 1180-1184.
- [19] Ding Y Q, Li D M, Chen Y P. Studies on the patterns of distribution of the oriental migratory locust and its practical significance. *Acta Entomologica Sinica*. 1978, 21(3): 243-259.
- [20] David F N, Moore P G. Notes on contagious distributions in plant populations. *Annals of Botany*, 1954, 18(1): 47-53.
- [21] Han M Z. A discussion on parameter k of negative binomial distribution. *Journal of Biomathematics*, 1989, 4(2): 97-101.
- [22] Kuno E. Studies on population dynamics of rice leafhopper in a paddy field. *Bulletin of the Kyushu National Agricultural Experiment Station*, 1968(14): 131-246.
- [23] Lloyd M. Mean crowding. *Journal of Animal Ecology*, 1967, 36(1): 1-30.
- [24] Shen Z R. The ecological principle of insect ecology and pest control. Beijing: China Agricultural University Press, 2009: 360-377.
- [25] Zhang M X, Liang G W. The spatial pattern of the larvae of *Phyllotreta striolata* (Fabricius). The Entomological society of China's Symposium in 2000, Yichang, 2000.
- [26] Wu L M. Studies on the population distribution pattern and sampling technique of *Aphis medicaginis* in the peanut field. *Entomological Knowledge*, 2001, 38(6): 449-452.
- [27] Shen B B, Ren S X, Musa P D, Zhou J H. The spatial distribution pattern of *Bemisia tabaci* adults. *Entomological Knowledge*, 2005, 42(5): 544-546.
- [28] Xie Q M, Liang G W, Zeng L, Shi F. Spatial distribution pattern of litchi stink-bugs (*Tessaratoma papillosa*). *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2001, 22(3): 40-44.
- [29] Lu Y Y, Liang G W, Zeng L. Spatial pattern of the eggs of the banana pseudostem weevil *Odoiporus longicollis*. *Entomological Knowledge*, 2002, 39(3): 203-205.
- [30] Zhang A S, Feng J G, Yu Y, Zhang S C, Li Z H. The population dynamics and spatial distribution pattern of *Erythroneura sudra*. *Entomological Knowledge*, 2003, 40(5): 429-432.
- [31] Qin Y J, Wu W J. Study on spatial distribution pattern of *Campylomma Chinensis* Schuh on cucumber. *Natural Enemies of Insects*, 2004, 26(2): 66-70.
- [32] Wang P, Wu J C, Dong B, Qiu Z H, Hu Z W. Spatial distribution of *Drosicha corpulenta* under ground. *Entomological Knowledge*, 2005, 42(4): 412-415.
- [33] Zhang X M, Liu X J, Yang Z J. Studies on the spacial distribution pattern of *Lygus lucorum* Meyer-Dur's over winter eggs in jujube trees. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2006, 14(3): 157-159.
- [34] Meng L, Xu J. Spatial distribution patterns of the leaf beetle, *Ophraella communa*, in the recipient area of China. *Entomological Knowledge*, 2007, 44(5): 711-715.
- [35] Xu T P, Cai G L, Zhou Y J, Chen Y D, Shao G M. The spatial distribution pattern and sampling technique of *Laodelphax striatellus*, in rice field. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2008(2): 204-207.
- [36] Zhang X D, Chen Z T, Zhong Y H, Chen W. A preliminary study on the spatial distribution pattern of *Dysmicoccus neobrevipes* (Beardsley). *Plant Protection*, 2009, 35(3): 81-83.
- [37] Liang R X, Wang Z Y, He K L, Cong B, Li J. Genetic diversity of different geographic populations of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky) (Coleoptera: Chrysomelidae) from North China estimated by mitochondrial COII gene sequences. *Acta Entomologica Sinica*, 2011, 54(7): 828-837.
- [38] Lü Z Z, Li J B, Wang Z H, Liu G J. Preliminary studies on two-spotted leaf beetle, *Monolepta hieroglyphica* on cotton. *Plant Protection*, 2007, 29(1): 97-99.
- [39] Shi J, Wang Z Y, He K L. Occurrence trend and the reason analysis of diseases and insect pests on summer corn in Huang-Huai-Hai Region. *Plant Protection*, 2005, 31(5): 63-65.
- [40] Feng X H. The life habits and control of *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky). *Journal of Shanxi Agricultural Sciences*, 1992(4): 31.
- [41] Yang H L, Xue T, Li D H, Fu J, Fu J F. Occurrence and control on *Monolepta hieroglyphica* in maize in Liaoning. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2008, 37(11): 96-98.
- [42] Yu P Y, Wang S Y, Yang X K. Economic Insect Fauna of China, the fifty-fourth volume, Coleoptera, Chrysomeloidea(II). Beijing: Science Press, 1996: 169.
- [43] Research group of leaf beetle, Division of insect taxonomy, Institute of Zoology, Academia Sinica, Plant Protection Group, Institute of Agriculture of Baxia Changchiakou District, Hopei Province, Technical Station, Plant Protection Station of Xiheyang People's Commune, Agricultural Bureau of Yu County, Hopei Province. A preliminary study of the bionomics of the galerucid beetle, *Monolepta hieroglyphica* (Motschulsky). *Acta Entomologica Sinica*, 1979, 22(1): 115-117.
- [44] Cheng J, Zhang J P, Zhang J H, Tian Y H, Xu Z C, Li G W. Spatial Distribution Pattern and Sampling Model for the Adults of *Monolepta hieroglyphica* in Cotton Fields. *Journal of Shihezi University: Natural Science*, 2007, 25(2): 39-42.
- [45] Zhang M X, Liang G W. Design and apply of egg separating device for *Phyllotreta striolata* (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Entomological Knowledge*, 2000, 37(3): 173-174.

- [46] Xu R M. Population ecology of insects. Beijing: Beijing Normal University Press, 1987: 8-13.
- [47] Iwao S. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Researches on Population Ecology*, 1968, 10(1): 1-20.
- [48] Iwao S. Application of the m^*-m method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. *Researches on Population Ecology*, 1972, 14(1): 97-128.
- [49] Xu R M, Liu L F, Ding Y Q. The improving of Iwao's M^*-M model. *Acta Ecologica Sinica*, 1984, 4(2): 111-118.
- [50] Yu X L, Ren C Z. The farther improving of Iwao's M^*-M model. *Acta Ecologica Sinica*, 1986, 6(3): 193-196.
- [51] Taylor L R. Aggregation, Variance and the Mean. *Nature*, 1961, 189 (4766): 732-735.
- [52] Ruesink W G. Egg Sampling Techniques//Krysan J L, Miller T A, eds. *Methods for the Study of Pest Diabrotica*. New York: Springer-Verlag, 1986: 83-99.
- [53] Gray M E, Tollefson J J. Influence of tillage systems on egg populations of western and northern corn rootworms (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 1988, 61(2): 186-194.
- [54] Pruess K P, Weekman G T, Somerhalder B R. Western Corn Rootworm Egg Distribution and Adult Emergence Under Two Corn Tillage Systems. *Journal of Economic Entomology*, 1968, 61(5): 1424-1427.
- [55] Weiss M J, Mayo Z B, P N J. Influence of irrigation practices on the spatial distribution of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) eggs in the soil. *Environmental Entomology*, 1983, 12(4): 1293-1295.
- [56] Foster R E, Ruesink W G, Luckmann W H. Northern Corn Rootworm Egg Sampling. *Journal of Economic Entomology*, 1979, 72(5): 659-663.
- [57] Gustin R D. Effect of two moisture and population levels on oviposition of the western corn rootworm. *Environmental Entomology*, 1979, 8(3): 406-407.

参考文献:

- [1] 丁岩钦. 昆虫种群数学生态学原理与应用. 北京: 科学出版社, 1980: 87-105.
- [19] 丁岩钦, 李典谟, 陈玉平. 东亚飞蝗分布型的研究及其应用. *昆虫学报*, 1978, 21(3): 243-259.
- [21] 韩铭哲. 关于负二项分布参数 K 值的讨论. *生物数学学报*, 1989, 4(2): 97-101.
- [24] 沈佐锐. 昆虫生态学及害虫防治的生态学原理. 北京: 中国农业大学出版社, 2009: 360-377.
- [25] 张茂新, 梁广文. 黄曲条跳甲幼虫空间分布型及抽样技术研究. 中国昆虫学会 2000 年学术年会. 宜昌, 2000.
- [26] 吴立民. 花生蚜种群分布型及抽样技术的研究. *昆虫知识*, 2001, 38(6): 449-452.
- [27] 沈斌斌, 任顺祥, Musa P D, 周建华. 烟粉虱成虫空间分布型的研究. *昆虫知识*, 2005, 42(5): 544-546.
- [28] 谢钦铭, 梁广文, 曾玲, 石峰. 荔枝蜡卵的空间分布型和抽样技术的研究. *热带作物学报*, 2001, 22(3): 40-44.
- [29] 陆永跃, 梁广文, 曾玲. 香蕉假茎象甲卵的空间格局研究. *昆虫知识*, 2002, 39(3): 203-205.
- [30] 张安盛, 冯建国, 于毅, 张思聪, 李照会. 桃一点斑叶蝉种群消长动态和空间分布型研究. *昆虫知识*, 2003, 40(5): 429-432.
- [31] 秦玉洁, 吴伟坚. 中华微刺盲蝽在黄瓜植株上的空间格局. *昆虫天敌*, 2004, 26(2): 66-70.
- [32] 王鹏, 吴进才, 董波, 仇正华, 胡中卫. 草履蚧种群地下空间分布. *昆虫知识*, 2005, 42(4): 412-415.
- [33] 张秀梅, 刘小京, 杨振江. 绿盲蝽越冬卵在枣树上的空间分布型研究. *中国生态农业学报*, 2006, 14(3): 157-159.
- [34] 孟玲, 徐军. 豚草条纹萤叶甲各虫态的空间分布型. *昆虫知识*, 2007, 44(5): 711-715.
- [35] 徐铁平, 蔡国梁, 周宇杰, 陈月娣, 邵国民. 水稻灰飞虱空间分布格局及抽样技术研究. *浙江农业科学*, 2008(2): 204-207.
- [36] 张小冬, 陈泽坦, 钟义海, 陈伟. 新菠萝灰粉蚧雌成虫空间分布型的初步研究. *植物保护*, 2009, 35(3): 81-83.
- [37] 梁日霞, 王振营, 何康来, 丛斌, 李菁. 基于线粒体 CO II 基因序列的双斑长跗萤叶甲中国北方地理种群的遗传多样性研究. *昆虫学报*, 2011, 54(7): 828-837.
- [38] 吕昭智, 李进步, 王中华, 刘国军. 棉花新害虫双斑长跗萤叶甲的初步研究. *植物保护*, 2007, 33(1): 97-99.
- [39] 石洁, 王振营, 何康来. 黄淮海地区夏玉米病虫害发生趋势与原因分析. *植物保护*, 2005, 31(5): 63-65.
- [40] 冯祥和. 双斑长跗萤叶甲的生活习性与防治. *山西农业科学*, 1992(4): 31.
- [41] 杨海龙, 薛腾, 李德会, 付俊, 傅俊范. 辽宁玉米害虫双斑长跗萤叶甲的发生危害与防治. *河南农业科学*, 2008, 37 (11): 96-98.
- [42] 虞佩玉, 王书永, 杨星科. 中国经济昆虫志, 第五十四册, 鞘翅目, 叶甲总科(二). 北京: 科学出版社, 1996: 169.
- [43] 中国科学院动物研究所昆虫分类区室叶甲组, 河北省蔚县农业局植保站西合营公社技术站, 河北省张家口地区坝下农业科学研究所植保组. 双斑萤叶甲研究简报. *昆虫学报*, 1979, 22(1): 115-117.
- [44] 陈静, 张建萍, 张建华, 田永浩, 徐志超, 李广伟. 双斑长跗萤叶甲成虫在棉田的空间分布型及其抽样模型. *石河子大学学报(自然科学版)*, 2007, 25(1): 39-42.
- [45] 张茂新, 梁广文. 黄曲条跳甲卵分离器的设计 and 应用. *昆虫知识*, 2000, 37(3): 173-174.
- [46] 徐汝梅. 昆虫种群生态学. 北京: 北京师范大学出版社, 1987: 8-13.
- [49] 徐汝梅, 刘来福, 丁岩钦. 改进的 IWAOW M^*-M 模型. *生态学报*, 1984, 4(2): 111-118.
- [50] 于秀林, 任朝佐. 再次改进的 IWAOW M^*-M 模型. *生态学报*, 1986, 6(3): 193-196.

《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,探索自然奥秘,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 朱永官

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 11 期 (2013 年 6 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 11 (June, 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