

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

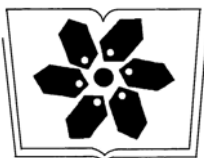
Acta Ecologica Sinica



第34卷 第10期 Vol.34 No.10 **2014**

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 34 卷 第 10 期 2014 年 5 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 景观可持续性与景观可持续性科学..... 赵文武,房学宁 (2453)
- 生态系统服务付费的诊断框架及案例剖析 朱文博,王 阳,李双成 (2460)
- 湿地植物根表铁膜研究进展..... 刘春英,陈春丽,弓晓峰,等 (2470)
- 水生生态环境中捕食信息素的生态学效应..... 覃光球,卢豪良,唐振柱,等 (2481)
- 脊椎动物传播植物肉质果中的次生物质及其生态作用 潘 扬,罗 芳,鲁长虎 (2490)

个体与基础生态

- 中亚热带天然林土壤 CH_4 吸收速率对模拟 N 沉降的响应 陈朝琪,杨智杰,刘小飞,等 (2498)
- 塔里木盆地南缘早生芦苇生态特征与水盐因子关系..... 贡 璐,朱美玲,塔西甫拉提·特依拜,等 (2509)
- 黄刺玫叶片光合生理参数的土壤水分阈值响应及其生产力分级..... 张淑勇,夏江宝,张光灿,等 (2519)
- 亚热带杉木和米老排人工林土壤呼吸对凋落物去除和交换的响应..... 余再鹏,万晓华,胡振宏,等 (2529)
- 施钾提高蚜害诱导的小麦茉莉酸含量和叶片相关防御酶活性..... 王 伟,张月玲,苏建伟,等 (2539)
- 高浓度 O_3 及太阳辐射减弱对冬小麦 PS II 光合活性及光能耗散的影响 孙 健,郑有飞,吴荣军,等 (2548)
- 蜡样芽孢杆菌 B3-7 在大田小麦根部的定殖动态及其对小麦纹枯病的防治效果 黄秋斌,张 颖,刘凤英,等 (2559)
- 有限供水下冬小麦全程耗水特征定量研究..... 张兴娟,薛绪掌,郭文忠,等 (2567)
- 抗真菌转基因水稻生态适合度评价..... 李 伟,郭建夫,袁红旭,等 (2581)
- 花生叶片蛋白组对 UV-B 辐射增强的响应 杜照奎,李钧敏,钟章成,等 (2589)
- 南海南部悬浮颗粒物脂肪酸组成..... 刘华雪,柯常亮,李纯厚,等 (2599)
- 年龄、集群、生境及天气对鄱阳湖白鹤越冬期日间行为模式的影响..... 袁芳凯,李言阔,李凤山,等 (2608)
- [树]麻雀羽再生的能量预算和水代谢散热调节 杨志宏,吴庆明,杨 渺,等 (2617)
- 低剂量杀虫剂对星豹蛛捕食效应的影响及其机理 李 锐,李 娜,刘 佳,等 (2629)
- 空心莲子草叶甲对越冬保护的响应与控害效能..... 刘雨芳,王秀秀,李 菲,等 (2638)
- ### 种群、群落和生态系统
- 气候变化对鄱阳湖白鹤越冬种群数量变化的影响..... 李言阔,钱法文,单继红,等 (2645)
- 不同退耕年限下菜子湖湿地土壤磷素组分特征变化..... 刘文静,张平究,董国政,等 (2654)

查干湖湿地浮游植物与环境因子关系的多元分析	李然然,章光新,张 蕾 (2663)
闽江河口区淡水和半咸水潮汐沼泽湿地土壤产甲烷菌多样性.....	曾志华,杨民和,余晨兴,等 (2674)
环境及遗传背景对延河流域植物叶片和细根功能性状变异的影响.....	郑 颖,温仲明,宋 光,等 (2682)
衡阳紫色土丘陵坡地植被恢复阶段土壤特性的演变.....	杨 宁,邹冬生,杨满元,等 (2693)
海平面上升影响下广西钦州湾红树林脆弱性评价.....	李莎莎,孟宪伟,葛振鸣,等 (2702)
中国南方3种主要人工林生物量和生产力的动态变化.....	杜 虎,曾馥平,王克林,等 (2712)
杉木人工林土壤真菌遗传多样性.....	何苑擘,周国英,王圣洁,等 (2725)
科尔沁固定沙地植被特征对降雨变化的响应.....	张腊梅,刘新平,赵学勇,等 (2737)
黄土丘陵区退耕还林地刺槐人工林碳储量及分配规律.....	申家朋,张文辉 (2746)
景观、区域和全球生态	
南亚热带森林演替过程中小气候的改变及对气候变化的响应.....	刘效东,周国逸,陈修治,等 (2755)
黄淮海平原典型站点冬小麦生育阶段的干旱特征及气候趋势的影响.....	徐建文,居 辉,刘 勤,等 (2765)
资源与产业生态	
基于GIS的山西省矿产资源规划环境影响评价	刘 伟,杜培军,李永峰 (2775)
基于效益分摊的水电水足迹计算方法——以密云水库为例	赵丹丹,刘俊国,赵 旭 (2787)
学术信息与动态	
全球土地计划第二次开放科学大会(GLP 2 nd Open Science Meeting)会议述评	段宝玲,卜玉山 (2796)
期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 348 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 36 * 2014-05	



封面图说: 鄱阳湖越冬的白鹤群——白鹤为国家一级保护动物,世界上白鹤东部种群的迁徙路线是从俄罗斯西伯利亚的雅库特,向南迁飞 5100km 到中国长江下游的鄱阳湖越冬,其中途经俄罗斯的雅纳河、印迪吉尔卡河和科雷马河流域,进入中国后主要停歇地有扎龙、林甸、莫莫格以及双台河口、滦河口、黄河三角洲和升金湖等地。多年的监测表明,世界 90% 以上的白鹤种群都在鄱阳湖越冬。越冬初期和末期是白鹤补充能量的关键阶段,因此,研究鄱阳湖国家级自然保护区越冬白鹤种群数量和当地气候变化的相关性具有重要意义。

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/stxb201306081457

刘雨芳,王秀秀,李菲,桂芳艳,刘文海,万方浩.空心莲子草叶甲对越冬保护的响应与控害效能.生态学报,2014,34(10):2638-2643.

Liu Y F, Wang X X, Li F, Gui F Y, Liu W H, Wan F H. Response of the alligator weed flea beetle, *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae) to overwintering protection and its controlling effect on alligator weed *Alternanthera philoxeroides* (Amaranthaceae: Alternanthera). Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(10):2638-2643.

空心莲子草叶甲对越冬保护的响应与控害效能

刘雨芳¹, 王秀秀¹, 李 菲¹, 桂芳艳¹, 刘文海¹, 万方浩^{2,*}

(1. 湖南科技大学生命科学院, 园艺作物病虫害治理湖南省重点实验室, 湘潭 411201;

2. 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 100094)

摘要:空心莲子草叶甲 *Agasicles hygrophila* 是入侵杂草空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides* 的重要天敌, 冬春季低温冰冻是影响其安全越冬的关键胁迫因子。为了探明采取保护措施是否能提高越冬后的种群基数问题, 在低温冰冻天气来临前, 用塑料膜覆盖网室构建空心莲子草与空心莲子草叶甲保护生境 (PH), 分低温期 (2009 年 1 月 21 日至 4 月 9 日)、升温期 (4 月 15 日至 5 月 1 日) 与自然生境 (NH) 中叶甲成虫初现期 (从 6 月 1 日至 29 日) 3 个阶段, 调查比较 PH 与 NH 两类生境中空心莲子草叶甲种群数量、结构、空间生态位分布特征及控害效能。结果表明: 在保护生境中, 低温期空心莲子草叶甲不休眠, 且能安全越冬, 当晴天温度较高时, 成虫主要在直立茎或嫩枝上活动取食、补充营养, 而在阴雨低温天气则停留在匍匐草层或土壤表层、缝隙中, 少活动。随着气温回升, 成虫转移到直立茎生态位上活动取食, 并于 4 月上旬开始产卵繁殖, 种群数量迅速增加, 对空心莲子草的地上部分有较好的控制效果。在自然生境中, 直到 6 月初才见少量成虫活动, 此时草生长茂密, 较低的空心莲子草叶甲种群难以发挥生防因子的作用。比较两种生境中 6 月 1 日与 6 月 15 日的控草效果显示, 空心莲子草株高增长率分别为: PH -13.91%, NH -2.94%, NH 中空心莲子草株高极显著高于 PH, 且单株生物量的控制率为 PH (47.56%) 极显著高于 NH (4.89%)。在 6 月 15 日与 29 日的调查表明, 单株叶片控制效果 PH 极显著优于 NH, PH 中的空心莲子草茎上均无叶, 叶片或被取食殆尽、或被害后干枯脱落。茎被害率、茎蛀孔数与蛀茎率均为 PH 极显著高于 NH。结果说明覆膜保护能显著提高叶甲越冬种群基数, 使其提前进入繁殖期, 从而能更有效地控制生境中的空心莲子草。

关键词: 空心莲子草; 空心莲子草叶甲; 越冬保护; 控害效能

Response of the alligator weed flea beetle, *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae) to overwintering protection and its controlling effect on alligator weed *Alternanthera philoxeroides* (Amaranthaceae: Alternanthera)

LIU Yufang^{1,*}, WANG Xiuxiu¹, LI Fei¹, GUI Fangyan¹, LIU Wenhai¹, WAN Fanghao^{2,*}

1 Hunan Province Key Laboratory for Integrated Management of the Pests and Diseases on Horticultural Crops, College of Life Sciences, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China

2 State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China

Abstract: The alligator weed flea beetle, *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae) is a biological control agent of the alligator weed *Alternanthera philoxeroides* (Amaranthaceae: Alternanthera), a worldwide invading weed. Low temperature and frost stress in winter-spring seasons are the key factors that affect *A. hygrophila*. To explore whether the protections used in habitat could increase the population of overwintered *A. hygrophila*, we investigated and compared the population

基金项目: 国家农业部重大专项 (2012ZX08011002); 国家自然科学基金项目 (30871638); 湖南省教育厅重点项目 (11A035); 湖南省农业支撑计划项目 (2011NK3082)

收稿日期: 2013-06-08; 网络出版日期: 2014-02-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wanfangh@public3.bta.net.cn

number, structure, distributing characteristic in spatial niches of *A. hygrophila* and the controlling efficiency of *A. hygrophila* on *A. philoxeroides* in protected habitat (PH) with those in natural habitat (NH). The investigation was phased with the variation of air temperature and the elapse of time. Low temperature stage was from 21th, January to 9th, April, 2009, followed by temperature rise period from 15th, April to 1st, May, and the third investigated period which was the first emergence time of beetle adults in NH from 1st to 29th, June. The protected habitat was constructed by covering plastic film on net room before low temperature and freezing came. The results showed that *A. hygrophila* could overwinter smoothly and no dormancy was observed in protected habitat at low temperature in winter-spring time. Adults gadded and fed on up-right stems of *A. philoxeroides* both in sunny and air temperature rising day in winter-spring time, but were inactive and stayed creep layer of weed or surface or crevice of soil at overcast, rainy or low temperature time. Beetle adults in protected habitat laid eggs in early April. There was a rapid increasing of the population which played an important role in controlling the above ground parts of *A. philoxeroides*. Only a few beetle adults can be found in natural habitat even at the beginning of June. Consequently, the weed grew very well due to the low density of the beetle population which was difficult to play the role of a biocontrol factor. Comparing the results obtained in the first day with that in 15th, June, the increasing rate of stem height of *A. philoxeroides* in this interval of time were -13.91% in the protected habitat and -2.94% in the natural habitat, respectively. The stem height of *A. philoxeroides* in the natural habitat was significantly higher than that in the protected habitat. The control rate of a plant biomass of *A. philoxeroides* by *A. hygrophila* in the protected habitat was 47.56% which was significantly stronger comparing with the control rate of 4.89% in the natural habitat. The control effect to leaves of *A. philoxeroides* in the protected habitat was extremely better as compared with that in the natural habitat in the interval of time from 15th to 29th, June. There were no leaves left on stems of *A. philoxeroides* plants as leaves being either eaten up by *A. hygrophila* or withered after attacked by *A. hygrophila* in the protected habitat. The rate of damage stem, rate of stem bore hole and the number of stem bore hole per plant in the protected habitat were significantly higher than that in the natural habitat. These results suggested that the overwintered *A. hygrophila* population could be significantly increased by covering plastic film to protect the habitat. The beetle adults in protected habitat could lay eggs ahead of time compared to that in the natural one, thus could effectively control the growing of weed.

Key Words: *Alternanthera philoxeroides*; *Agasicles hygrophila*; overwintering protection; controlling effect

空心莲子草叶甲 *Agasicles hygrophila* 是全球性入侵恶性杂草空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides*^[1-3] 的专性天敌^[4-6]。但其控草效果与叶甲种群数量密切相关,种群数量大,控草效果好^[6],但春末夏初种群数量大小决定于越冬叶甲基数。虽然空心莲子草叶甲能在江西南昌地区自然越冬^[7],在湖南湘潭地区 0℃ 以上气温条件下,以成虫在空心莲子草层下的表土层中、茎秆内或贴水匍匐茎秆层自然越冬,但种群数量非常低。在 2008 年 1 月,0℃ 以下低温冰冻天气持续了 28 d,最低温为 -4℃,导致自然种群在野外崩溃^[8]。严重影响来年叶甲对空心莲子草的控制作用。因此冬春季低温冰冻是影响叶甲安全越冬的关键胁迫因子。在冬季降温与霜冻前,采取适当措施保护空心莲子草及叶甲,能否达到提高生境中越冬叶甲种群密度,以达到提高来年叶甲对空心

莲子草防治效果的目的? 未见资料报道。本文通过设置覆膜保护生境,调查该生境中越冬叶甲的种群数量、不同空间生态位的分布特征与气温的关系、春夏季的种群结构特征与控草效果,探索保护空心莲子草叶甲安全越冬的有效措施,可为提高空心莲子草叶甲越冬种群数量,并利用其有效控制入侵恶性杂草空心莲子草为害提供方法依据。

1 材料与方法

1.1 越冬保护生境的构建

2008 年 11 月下旬,在冬季低温、降霜与冰冻天气来临前,将有空心莲子草与空心莲子草叶甲种群的田间网室(长×宽×高 = 4 m×4 m×1.8 m),用塑料膜覆盖,四周用土将薄膜压实,入网室的门能随时开启,不用时封闭,称为保护生境(protected habitat,简

称 PH)。

1.2 气温资料获取

实验期间,记录当地 24h 天气实况资料(www.weather.com.cn/static/html/live.shtml),包括温度与降水,用于分析气温变化情况。

1.3 低温期保护生境内叶甲越冬成虫种群数量空间分布及动态调查方法

将空心莲子草生境按空间特征分为直立茎、匍匐茎与土壤表面等 3 个空间生态位。在冬春低温季节,随机调查保护生境内 3 个空间生态位中的叶甲数量。从 2009 年 1 月 21 日起至 4 月 15 日止,每周调查 1 次,共调查 10 次。

1.4 升温期保护生境内叶甲种群结构特征与动态的调查方法

在气温回升后,于 4 月 15 日、24 日与 5 月 1 日调查并记录保护生境内空心莲子草叶甲成虫、卵块数、1 龄幼虫、2 龄幼虫与 3 龄幼虫的数量。分析空心莲子草叶甲春季种群结构与动态。同期调查未采取保护措施的自然生境(natural habitat,简称 NH)中空心莲子草叶甲种群发生情况。

1.5 两类生境中空心莲子草叶甲种群结构、动态及控害效果比较

自然生境中出现空心莲子草叶甲活动始,调查并记录 PH 与 NH 两类生境中空心莲子草叶甲成虫、卵块、1 龄幼虫、2 龄幼虫与 3 龄幼虫的数量,比较两类生境中空心莲子草叶甲种群结构与动态,同时记数样方面积内空心莲子草茎秆数与被害茎秆数,计算茎被害率,每样方随机抽查 20 秆空心莲子草茎,测量记录单茎茎高、生物量、叶片数、蛀茎孔、被害叶

片数,计算叶被害率、蛀茎率,比较分析两类生境中空心莲子草叶甲控害效果。

1.3—1.5 的调查,每次均查 5 样方,每样方 1 m²。

1.6 数据统计分析

利用 SPSS 13.0 Version 统计软件进行样本数据的统计与分析,并用配对样本双尾 t 检测与单因素方差分析方法进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 气温资料分析

2008 年 12 月 1 日至 2009 年 4 月 30 日,湘潭气温资料与统计信息分别见图 1 与表 1。其中 2008 年 12 月 1 日至 2009 年 3 月 31 日,最低温低于 0℃ 的有 11 d,占 9.1%,2008 年 12 月 1 d,2009 年 1 月 10 d,最低气温 -2℃。最低温低于 5℃ 的有 51 d,占 42.1%,最低温低于 10℃ 有 101 d,占 83.5%;最高温低于 10℃ 有 44 d,占 36.4%,最高温低于 5℃ 有 8 d,占 6.6%,未出现最高温低于 0℃ 的天气。4 月的气温大幅升高,最低温与最高温低于 10℃ 的分别为 4 d 与 1 d,未出现低于 5℃ 的最低温天气;相反 20℃ 以上的高温天气有 20 d,最高温达到 31.7℃,最低气温 15℃ 以上的有 21 d(图 1,表 1)。

2.2 低温期保护生境中空心莲子草叶甲成虫数量动态及空间分布特征

在保护生境中,空心莲子草叶甲以成虫就地安全越冬,但在经历了 2008 年 12 月下旬与 2009 年 1 月低温期后,2 月 5 日至 4 月 2 日的调查表明:空心莲子草叶甲成虫密度呈明显降低状态,且种群数量

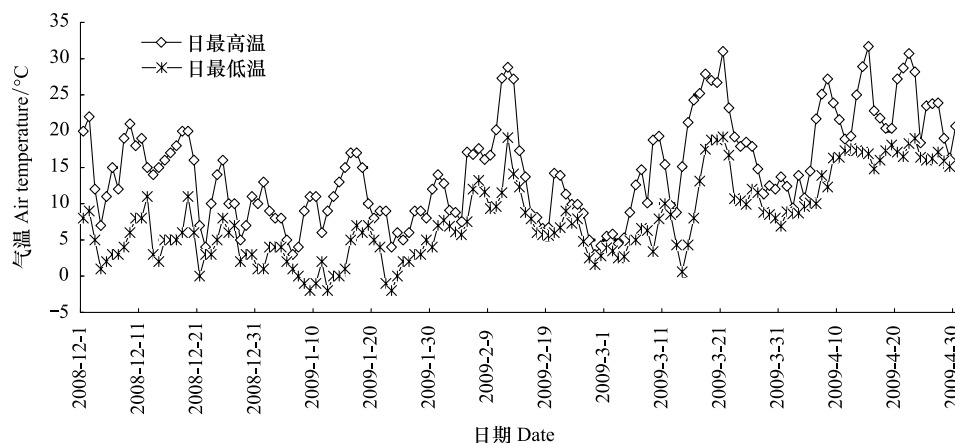


图 1 湖南湘潭 2008-12-01—2009-04-30 的气温资料

Fig.1 Air temperature records from the first day in December in 2008 to the last day in April in 2009 in Xiangtan, Hunan Province

表 1 2008-12-01—2009-04-30 湖南湘潭气温统计资料

Table 1 The statistical information of air temperature from the first day in December, 2008 to the last day in April, 2009 in Xiangtan, Hunan Province

日期(年-月) Date(Year-Month)	月气温/℃ Month air tempreture		时间 Time/d					
	最高 Highest	最低 Lowest	高温<10℃	高温<5℃	高温≤0℃	低温<10℃	低温<5℃	低温≤0℃
			High tempreture <10℃	High tempreture <5℃	High tempreture ≤0℃	Low tempreture <10℃	Low tempreture <5℃	Low tempreture ≤0℃
2008-12	22	0	5	2	0	29	14	1
2009-01	17	-2	19	3	0	31	24	10
2009-02	28.8	1.6	13	2	0	21	4	0
2009-03	31	0.6	7	1	0	20	9	0
2009-04	31.7	8.6	1	0	0	4	0	0

较低。随着4月份气温明显回升,晴朗天气增加,空心莲子草叶甲种群数量呈现显著增加态势(图2)。此期在未实施保护的邻近自然生境中,未发现空心莲子草叶甲成虫在空心莲草生境中活动的现象。

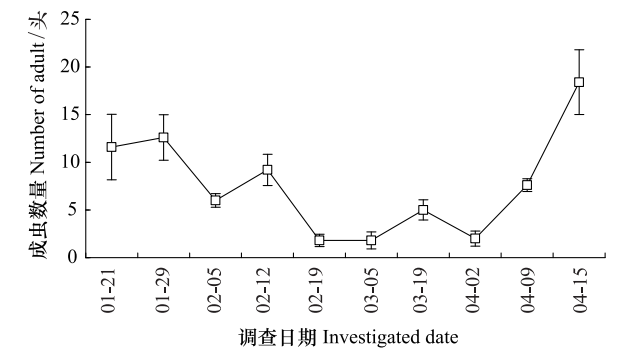


图2 低温期保护生境中空心莲子草叶甲成虫数量动态(2009,湘潭)
Fig.2 Population dynamic of *A. hygrophila* adults in PH at low temperature period in 2009 in Xiangtan

按样方中直立茎、匍匐茎与土壤表面等3个空间生态位分别统计的结果发现,1月21日、29日,2月5日、19日与4月2日,天气阴雨冷湿,气温很低,在直立茎生态位上均未发现成虫活动,成虫大多在生境中土壤表面或缝隙生态位中,仅少量成虫在匍匐草层生态位中,成虫均呈不活跃状态。而2月12日与3月19日,天气晴朗,气温较高,最高温分别为28.8℃与27℃,最低温亦分别高达19.7℃与18.8℃,直立茎生态位与匍匐层生态位上均有较多成虫活动,且成虫在直立嫩茎取食,或在3个生态位中来回活动,行为活泼。即在保护生境中,遇低温阴雨天气,叶甲聚在土壤表层或缝隙中,少活动,气温升高则随时可上升到直立茎生态位上取食,补充营养,没有明显的休眠状态。

从4月5日始,气温大幅上升,直立茎生态位上叶甲种群迅速增加。4月9日调查时发现,成虫多于茎尖生长点附近取食,配对交配现象普遍,开始产卵;而匍匐层生态位与土壤表层或缝隙中少有成虫活动。4月15日已调查到少量卵块与幼虫,种群数量迅速增加(图3)。此期在未实施保护的邻近自然生境中,未发现空心莲子草叶甲成虫活动迹象。

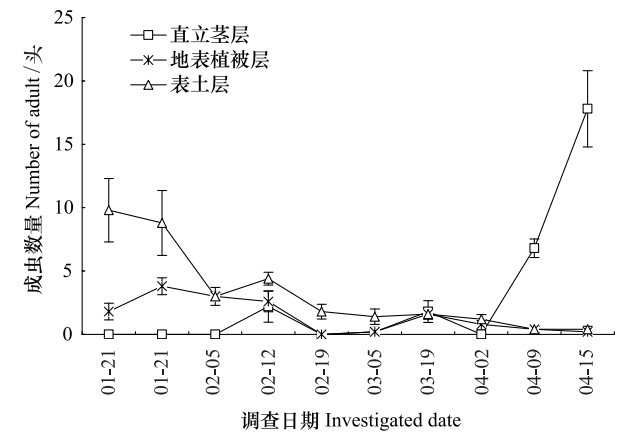


图3 低温期保护生境中空心莲子草叶甲成虫的空间生态位分布(2009,湘潭)
Fig.3 Distributing in spatial niches of *A. hygrophila* adults in PH at low temperature period in 2009 in Xiangtan

2.3 升温期保护生境中空心莲子草叶甲种群结构与动态分析

保护生境中,空心莲子草叶甲成虫在4月初已开始交配,产卵繁殖,4月15日调查已发现少量卵块与幼虫,未发现蛹;4月24日调查显示卵块、1龄与2龄幼虫数量大幅增加,蛹较多;至5月1日,该生境中空心莲子草叶甲种群数量显著增加,1龄幼虫大量出现,2龄与3龄幼虫的数量很高,蛹数量增加(图4)。此期在未实施保护的邻近自然生境中,仍未发

现空心莲子草叶甲成虫活动。

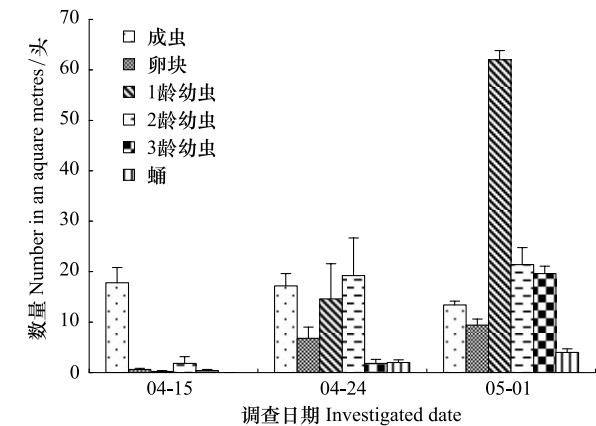


图4 覆膜保护生境中空心莲子草叶甲种群结构与动态 (2009,湘潭)
Fig. 4 Dynamic and composition of population of *A. hygrophila* in PH at temperature raising period in 2009 in Xiangtan

2.4 PH 与 NH 两类生境中空心莲子草叶甲种群结构与动态比较

在未采取任何保护措施的自然生境 (NH) 中,6 月 1 号调查才发现极低密度的成虫,且未查到其他虫态,而此时,保护生境 (PH) 中空心莲子草叶甲成虫密度极高,且出现了大量卵块,单茎中蛹密度很高,两类生境比较呈现极显著差异 ($P < 0.01$)。6 月 15 日的调查结果也显示,NH 中成虫密度仍然显著低于 PH ($P = 0.019$),单茎中蛹的数量为 NH 极显著低于 PH ($P = 0$) (表 2)。尽管 6 月 29 日的调查显示,两类生境中成虫密度与其他虫态数量没有显著差异,但因为 PH 中前期空心莲子草叶甲成虫种群密度较高,生境中的空心莲子草已被叶甲取食殆尽,大量成虫试图外迁而停落在网室护栏上,不在调查面积内因而未计数,实际生境中的成虫密度仍然显著高于 NH。

表 2 PH 与 NH 两类生境中空心莲子草叶甲种群结构与动态比较*

Table 2 Comparing with the population dynamic and composition of <i>A. hygrophila</i> in Protected habitat and Natural habitat									
调查日期	06-01			06-15			06-29		
Investigating date	保护生境 PH	自然生境 NH	<i>P</i>	保护生境 PH	自然生境 NH	<i>P</i>	保护生境 PH	自然生境 NH	<i>P</i>
成虫 Adult	253±11.93	6.33±3.76	0.003	380±78.94	6.5±4.48	0.019	55.6±12.24	50.4±13.91	0.833
卵块 Egg masses	12.67±3.75	0	0.078	5.0±3.14	0	0.209	0	4.8±1.77	0.054
1 龄幼虫 1 st instar larvae	0	0	1.000	1.75±1.75	0	0.391	1.40±1.4	5.40±2.46	0.202
2 龄幼虫 2 nd instar larvae	2.0±2.0	0	0.423	4.75±4.75	6.5±3.75	0.692	11.40±4.65	17.8±6.41	0.479
3 龄幼虫 3 rd instar larvae	2.0±2.0	0	0.423	12.75±8.96	13.0±4.24	0.969	6.40±4.03	4.20±1.71	0.643
蛹 Pupa	1.90±0.19	0	0	1.65±0.18	0.20±0.09	0	0.10±0.07	0.35±0.18	0.135

* : 蛹为每茎的数量,其他均为 1 m²的数量;保护生境 PH; Protected habitat; 自然生境 NH; Natural habitat

2.5 PH 与 NH 两类生境中空心莲子草长势与叶甲控草效能比较

6 月 1 日与 6 月 15 日的调查显示,空心莲子草株高增长率分别为:PH-13.91%,NH -2.94%,NH 中空心莲子草株高极显著高于 PH,且单株生物量的控制率为 PH (47.56%) 极显著高于 NH (4.89%)。在 6 月 15 日与 29 日的调查表明,单株叶片控制效果 PH 极显著优于 NH,PH 中的空心莲子草叶片全部被害,或被取食殆尽、或被害后干枯脱落,茎上均无叶。茎被害率、茎蛀孔数与蛀茎率均为 PH 极显著高于 NH (表 3)。

3 讨论

温度是决定昆虫地理分布和种群发生动态的关键环境因子^[9],冬季低温则是它们存活直接障碍,昆虫在长期的进化中形成了多种多样的抗寒策略,如通过迁飞或隐藏等行为在各种各样的栖境中越冬来逃避低温伤害的生态策略^[10-11]。冬季低温季节来临前,对空心莲子草及其叶甲生境进行覆膜保护,人工营造与强化“隐藏生境”,有利于空心莲子草叶甲成虫安全越冬,并能在气温回升后提供较高的叶甲基础种群数量,有效控制空心莲子草的生长与蔓延。

表 3 PH 与 NH 两类生境中空心莲子草生长与叶甲控草效能比较

Table 3 Comparing with the growth of *A. philoxeroides* and the controlling effect of *A. hygrophila* in Protected habitat and Natural habitat

调查日期 Investigating date	06-01			06-15			06-29		
	保护生境 PH	自然生境 NH	P	保护生境 PH	自然生境 NH	P	保护生境 PH	自然生境 NH	P
茎高 Stem height/cm	43.85±1.12	49.4±1.28	0.007	37.75±1.67	47.95±1.29	0.00	33.33±2.75	37.5±1.35	0.144
单茎生物量/g Stem biomass	6.98±0.55	4.90±0.33	0.002	3.66±0.29	4.46±0.26	0.052	2.25±0.17	3.49±0.20	0
单茎叶片数 Number of Leaf	15.6±0.72	16.9±0.45	0.055	7.8±1.11	18.2±0.59	0.00	0	16.0±0.51	0
叶被害率/% Rate of damage leaf	100.0±0.00	0.63±0.63	0	100.0±0.00	1.03±0.71	0.00	100.0±0	85.89±5.27	0.015
茎蛀孔 Stem bore hole	4.80±0.46	0	0	4.15±0.57	0.10±0.07	0.00	2.8±0.42	0.45±0.18	0
茎被害率/% Rate of damage stem	100.0±0.00	0.09±0.09	0		0.44±0.01	0	100.0±0	88.92±3.28	0.028
蛀茎率/% Rate of stem bore hole	100.0±0.00	0	0	100.0±0	0.09±0.06	0	100.0±0	27.38±1.65	0

在湖南湘潭地区,前年 12 月至来年 3 月,为低温季节,常有冰冻、霜雪及连日阴雨天气。如无被覆物保护,空心莲子草地上部分通常受冻害而枯萎死亡,仅以宿根藏于地下越冬。因此,冬季低温带给空心莲子草叶甲双重胁迫,即低温冰冻带给叶甲的直接生存胁迫与因低温冰霜冻死叶甲专性寄主植物,从而使叶甲失去食物与庇护所而带给叶甲的间接生存胁迫。

越冬昆虫深潜于土层、积雪或躲避于树干的狭缝等微生境,可明显减弱低温伤害^[9]。在苹果园使用人造地表庇护所可增加天敌捕食螨 *Neoseiulus makuwa* (Ehara) 与 *N. womersleyi* 的越冬种群数量^[12]。覆膜保护使空心莲子草免遭冻害,其地上部分还有缓慢生长,在晴好天气由于塑料覆盖的温室效应,保护生境内温暖潮湿,生存其间的叶甲成虫可迁移至嫩茎上取食,补充营养。随着天气的晴好或阴雨低温变化,叶甲成虫在直立嫩茎、匍匐茎与土壤表层 3 个不同空间生态位间迁移并适时补充营养。待气温回升后,种群数量增长迅速,并能有效控制生境中的空心莲子草。在自然生境中,4 月初草已开始生长,至 6 月初,草生长茂盛,始见叶甲成虫活动且数量极低。由此可知,叶甲种群的活动与增长严重滞后于草的生长,不能有效控制该草的生长与扩散。因此建议,在冬季低温冰冻天气来临前,在有叶甲生境中人工散放些干草、薄膜等被覆物,为叶甲提供越冬安全岛与“隐藏”生境,可提升其作为生防因子的潜在价值,提高其控草效能,有效控制空心莲子草的进一步蔓延。

References:

[1] Cabrera N, Sosa A J, Dorado J, Julien M. *Systema nitentula* (Coleoptera: Chrysomelidae), a flea beetle injurious to *Alternanthera philoxeroides* (Amaranthaceae): Redescription, biology, and distribution. *Annals of the Entomological Society of America*, 2005, 98(5): 643-652.

[2] Michael H J, Skarratt B, Maywald G F. Potential geographical distribution of alligator weed and its biological control by *Agasicles hygrophila*. *Journal of Aquatic Plant Management*, 1995, 33: 55-60.

[3] Sainty G, McCorkelle G, Julien M. Control and spread of alligator weed *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb., in Australia: Lessons for other regions. *Wetlands Ecology and Management*, 1998, 5(3): 195-201.

[4] Wang R, Wang Y, Zhang C G. Host specificity tests for *Agasicles hygrophila* (Col.: Chrysomelidae), a biological control agent of alligatorweed. *Chinese Journal of Biological Control*, 1988, 4(1): 14-17.

[5] Wu Z Q, Cai Y C, Guo Z X, Wang T B. Host specificity tests for *Agasicles hygrophila* (Col.: Chrysomelidae), a biological control agent of alligatorweed. *Entomological Journal of East China*, 1994, 3(2): 98-100.

[6] Liu Y F, Su W J, Zeng Q G, Li F, Peng M F, Peng J X, Liu W H, Wan F H. Quantitative evaluation of the controlling effects of *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae) on alligator weed (*Alternanthera philoxeroides*). *Acta Entomologica Sinica*, 2011, 54(11): 1305-1311.

[7] Yang Z Q, Cao H G, Chen D H, Zheng X F, Li H S, Jing X P. A study on the overwintering of leaf beetle (*Agasicles hygrophila*) in Nanchang region. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 1995, 17(2): 200-203.

- [8] Liu Y F, Su W J, Zeng Q G, Liu W H, Wan F H, Peng M F, Wang C C. A survey on the overwintering stage and habitats of the natural populations of *Agasicles hygrophila* in Xiangtan region, Hunan Province. *Acta Entomologica Sinica*, 2010, 53 (10): 1190-1194.
- [9] Yue L, Guo J Y, Zhou Z S, Wan F H. Effects of cold acclimatization on insect cold hardiness and fitness. *Chinese Journal of Biological Control*, 2013, 29(2): 286-293.
- [10] Jing X H, Kang L. Research progress in insect cold hardiness. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(2): 2202-2207.
- [11] Zhuo D G, Li Z H, Men X Y, Yu Y, Zhang A S, Li L L, Zhang S C. Cold tolerance of the overwintering egg of *Apolygus lucorum* Meyer-Dür (Hemiptera: Miridae). *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(5): 1553-1561.
- [12] Kawashima M, Jung C. Artificial ground shelters for overwintering phytoseiid mites in orchards. *Experimental and Applied Acarology*, 2010, 52(1): 35-47.
- 一性测验. *生物防治通报*, 1988, 4(1): 14-17.
- [5] 吴珍泉, 蔡元呈, 郭振铎, 王天宝. 空心莲子草叶甲寄主专一性测验. *华东昆虫学报*, 1994, 3(2): 98-100.
- [6] 刘雨芳, 苏文杰, 曾强国, 李菲, 彭梅芳, 彭佳星, 刘文海, 万方浩. 空心莲子草叶甲对空心莲子草控制效果的定量评价. *昆虫学报*, 2011, 54(11): 1305-1311.
- [7] 杨子琦, 曹华国, 陈东华, 曾翔飞, 李海生, 金小平. 曲纹叶甲越冬保种的研究. *江西农业大学学报*, 1995, 17(2): 200-203.
- [8] 刘雨芳, 苏文杰, 曾强国, 刘文海, 万方浩, 彭梅芳, 王成超. 湖南湘潭地区空心莲子草叶甲自然种群的越冬虫态与越冬生境. *昆虫学报*, 2010, 53(10): 1190-1194.
- [9] 岳雷, 郭建英, 周忠实, 万方浩. 冷驯化对昆虫耐寒性及其适合度的影响. *中国生物防治学报*, 2013, 29(2): 286-293.
- [10] 景晓红, 康乐. 昆虫耐寒性研究. *生态学报*, 2002, 22(12): 2202-2207.
- [11] 卓德干, 李照会, 门兴元, 于毅, 张安盛, 李丽莉, 张思聪. 绿盲蝽越冬卵的耐寒能力. *生态学报*, 2012, 32(5): 1553-1561.

参考文献:

- [4] 王韧, 王远, 张成格, 李继祥. 空心莲子草叶(虫甲)的寄主专

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.10 May, 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Landscape sustainability and landscape sustainability science ZHAO Wenwu, FANG Xuening (2453)
- A diagnostic framework of payments for ecosystem services and associated case studies
..... ZHU Wenbo, WANG Yang, LI Shuangcheng (2460)
- Progress in research of iron plaque on root surface of wetland plants
..... LIU Chunying, CHEN Chunli, GONG Xiaofeng, et al (2470)
- Ecological effects of predator chemical cues in aquatic ecosystem QIN Guangqiu, LU Haoliang, TANG Zhenzhu, et al (2481)
- Secondary substances and their ecological effects on seed dispersal in vertebrate-dispersed fleshy fruit plants
..... PAN Yang, LUO Fang, LU Changhu (2490)

Autecology & Fundamentals

- Responses of CH₄ uptake rates to simulated N deposition in a nature forest in mid-subtropical China
..... CHEN Chaoqi, YANG Zhijie, LIU Xiaofei, et al (2498)
- Ecological characteristics of *Phragmites australis* and their relationship to water-salt indicators in dry habitats of the southern
marginal zones of the Tarim Basin, China GONG Lu, ZHU Meiling, TASHPOLAT · Tiyp, et al (2509)
- Threshold effect of soil moisture on photosynthetic and physiological parameters in *Rosa xanthina* L. and its photosynthetic
productivity classification ZHANG Shuyong, XIANG Jiangbao, ZHANG Guangcan, et al (2519)
- Contrasting responses of soil respiration to litter manipulation in subtropical *Mytilaria laosensis* and *Cunninghamia lanceolata*
plantations YU Zaipeng, WAN Xiaohua, HU Zhenhong, et al (2529)
- Potassium application for increased jasmonic acid content and defense enzyme activities of wheat leaves infested by aphids
..... WANG Yi, ZHANG Yueling, SU Janwei, et al (2539)
- Combined effects of elevated O₃ concentration and reduced solar irradiance on photosynthetic activity and energy dissipation
of winter wheat SUN Jian, ZHENG Youfei, et al (2548)
- Colonization dynamics of *Bacillus cereus* B3-7 on wheat roots and control efficiency against sharp eyespot of wheat
..... HUANG Qiubin, ZHANG Ying, LIU Fengying, et al (2559)
- Quantitative study of water consumption characteristics of winter wheat under deficit irrigation
..... ZHANG Xingjuan, XUE Xuzhang, GUO Wenzhong, et al (2567)
- Assessment on the ecological fitness of anti-fungal transgenic rice LI Wei, GUO Jianfu, YUAN Hongxu, et al (2581)
- A proteomic analysis of *Arachis hypogaea* leaf in responses to enhanced ultraviolet-B radiation
..... DU Zhaokui, LI Junmin, ZHONG Zhangcheng, et al (2589)
- Composition of fatty acids from suspended particulate matter in southern South China Sea
..... LIU Huaxue, KE Changliang, LI Chunhou, et al (2599)
- The influence of age, flock size, habitat, and weather on the time budget and the daily rhythm of wintering Siberian Cranes
in Poyang Lake YUAN Fangkai, LI Yankuo, LI Fengshan, et al (2608)
- The energy budget and water metabolism heat regulation of tree sparrows *Passer montanus* of toba compensatory regeneration
..... YANG Zhihong, WU Qingming, YANG Miao, et al (2617)
- The effect of low-dose of pesticide on predation of spider and its preliminary mechanisms LI Rui, LI Na, LIU Jia, et al (2629)
- Response of the alligator weed flea beetle, *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae) to overwintering protection and
its controlling effect on alligator weed *Alternanthera philoxeroides* (Amaranthaceae: Alternanthera)
..... LIU Yufang, WANG Xiuxiu, LI Fei, et al (2638)

Population, Community and Ecosystem

- The effect of climate change on the population fluctuation of the Siberian crane in Poyang Lake LI Yankuo, QIAN Fawen, SHAN Jihong, et al (2645)
- Characteristics of soil phosphorus fractions in wetlands with various restoration age in caizi lake, Anhui Province LIU Wenjing, ZHANG Pingjiu, DONG Guozheng, et al (2654)
- Multivariate analysis of the relations between phytoplankton assemblages and environmental factors in Chagan Lake Wetland LI Ranran, ZHANG Guangxin, ZHANG Lei (2663)
- Diversity of methanogen communities in tidal freshwater and brackish marsh soil in the Min River estuary ZENG Zhihua, YANG Minhe, SHE Chenxing, et al (2674)
- The influence of environment and phylogenic background on variation in leaf and fine root traits in the Yanhe River catchment, Shaanxi, China ZHENG Ying, WEN Zhongming, SONG Guang, et al (2682)
- Changes of soil properties in re-vegetation stages on sloping-land with purple soils in hengyang of Hunan Province, South-central China YANG Ning, ZOU Dongsheng, YANG Manyuan, et al (2693)
- Vulnerability assessment on the mangrove ecosystems in qinzhou bay under sea level rise LI Shasha, MENG Xianwei, GE Zhenming, et al (2702)
- Dynamics of biomass and productivity of three major plantation types in southern China DU Hu, ZENG Fuping, WANG Kelin, et al (2712)
- Fungal diversity in *Cunninghamia lanceolata* plantation soil HE Yuanhao, ZHOU Guoying, WANG Shenjie, et al (2725)
- Response of sandy vegetation characteristics to precipitation change in Horqin Sandy Land ZHANG Lamei, LIU Xinping, ZHAO Xueyong, et al (2737)
- Characteristics of carbon storage and sequestration of *Robinia pseudoacacia* forest land converted by farmland in the Hilly Loess Plateau Region SHEN Jiapeng, ZHANG Wenhui (2746)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Forest microclimate change along with the succession and response to climate change in south subtropical region LIU Xiaodong, ZHOU Guoyi, CHEN Xiuzhi, et al (2755)
- Drought variations of winter wheat in different growth stages and effects of climate trend in Huang-Huai-Hai Plain, China XU Jianwen, JU Hui, LIU Qin, et al (2765)

Resource and Industrial Ecology

- A method of environment assessment of mineral resources planning for shanxi provinces base on GIS LIU Wei, DU Peijun, LI Yongfeng (2775)
- A new approach to assess the water footprint of hydropower: a case study of the Miyun reservoir in China ZHAO Dandan, LIU Junguo, ZHAO Xu (2787)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,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,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 祖元刚

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 34 卷 第 10 期 (2014 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 34 No. 10 (May, 2014)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	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

国内外公开发刊

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元