

拟水狼蛛在水稻与茭白田之间的转移

俞晓平, 郑许松, 徐红星, 吕仲贤, 陈建明, 陶林勇

(浙江省农业科学院植物保护研究所, 杭州 310021)

摘要: 拟水狼蛛 *Pirata subpiraticus* 是稻田飞虱及其它害虫的主要捕食性天敌。研究表明, 拟水狼蛛在水稻移栽后从茭白田大量迁入稻田, 而水稻收割前后则转移回茭白田。元素标记试验显示其转移最大距离可达 40 m 以上。稻田附近的茭白田是拟水狼蛛的主要避难地之一。铷元素直接标记和释放可作为监测捕食性天敌在生境间转移的新方法。

关键词: 拟水狼蛛; 元素标记; 转移规律; 水稻; 茭白

中图分类号: Q968.1 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296 (2002) 05-0636-05

A study on the dispersal of lycosid spider, *Pirata subpiraticus* between rice and *Zizania* fields

YU Xiao-Ping, ZHENG Xu-Song, XU Hong-Xing, LU Zhong-Xian, CHEN Jian-Ming, TAO Lin-Yong (Institute of Plant Protection, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China)

Abstract: The lycosid spider, *Pirata subpiraticus*, is one of the major predators of rice planthoppers and other rice pests. Pitfall trapping indicated that a large number of these spiders move into rice fields from adjacent *Zizania* habitat after the transplantation of rice seedlings, most moving back to *Zizania* fields before the rice is harvested. Rubidium (Rb) mark-release tests indicated that the lycosid spiders could disperse up to 40 meters into rice field from a release site in a *Zizania* field, and suggest that *Zizania* fields are one of their refuges for overwintering. Direct marking of such predators with Rb is recommended as an effective tool for investigation of predator dispersal between habitats.

Key words: lycosid spider; rubidium marking; dispersal; rice; *Zizania*

狼蛛科蜘蛛是水稻害虫稻飞虱和叶蝉的主要捕食性天敌, 其中拟水狼蛛 *Pirata subpiraticus* 具有捕食能力强、移动迅速的特性, 是稻田蜘蛛的优势种类 (徐嘉生等, 1987; 叶正襄和汪笃栋, 1987)。由于稻田中化学农药的大量使用, 破坏了稻田生态系统中生物群落的自然生态平衡, 使稻田蜘蛛数量明显减少, 从而降低了天敌对害虫的自然控制作用 (张永强和何波, 1981)。研究证实, 稻田边田埂杂草和其他非稻田生境对稻田蜘蛛有明显的保护作用 (罗肖南和卓文禧, 1980; 俞晓平等, 1997)。我们的初步调查发现, 茭白田是蜘蛛等捕食性天敌在稻田外最重要的栖息和避难场所之一。每丛茭白中可调查到蜘蛛数十头, 其中拟水狼蛛占一半以上, 每 667 m² 茭白田拟水狼蛛可达万头以上, 而在茭白田越冬的拟水狼蛛更可达到每丛 30~80 头。因此,

系统地研究拟水狼蛛在茭白田和水稻田之间的转移规律, 将为进一步制定有效的生境调节技术, 保护和增加稻田中蜘蛛的数量提供可靠的理论依据。

用微量元素标记和监测植食性昆虫的迁移被认为是一种较为稳定可靠的方法。最常见的标记过程是在植被上直接喷施氯化铷 (RbCl) 水溶液, 使植食性昆虫取食后获得标记。铷元素不仅在昆虫体内保存时间长, 而且被标记昆虫的生物学和行为学特性不受影响 (Berry *et al.*, 1972)。到目前为止, 铷元素标记法主要应用于植食性昆虫的迁移规律监测, 涉及的昆虫包括: 鞘翅目、同翅目、鳞翅目和双翅目昆虫 (Graham and Wolfenbarger, 1977; van Steenwyky *et al.*, 1978; Padgham *et al.*, 1984; Perfect *et al.*, 1985)。然而, 用铷元素标记捕食性天敌的研究迄今未见有报道。如果采用喷施植被来标

基金项目: 浙江省青年人才专项基金 (RCZX97-8), 浙江省“九五”重点科技攻关项目 (961102175), 瑞典国际科学基金资助项目 (IFS, C/2447-1)

第一作者简介: 俞晓平, 男, 1963年3月生, 研究员, 博士, 从事水稻病虫害综合防治、昆虫种型变异和生物多样性研究, E-mail: luzx@public.hz.zj.cn

收稿日期 Received: 2000-07-20; 接受日期 Accepted: 2001-07-12

记捕食性天敌，植食性昆虫首先被标记，而这些被标记的植食性昆虫可能会迁离喷施地点，天敌在标记点外捕食这些昆虫时也会被标记，因此我们无法判断被标记的天敌是否来自原标记点。为此，我们对现有的标记方法进行了改进，并利用改进的微量元素标记法和陷阱法对拟水狼蛛在不同生境间的转移动态进行了比较详细的研究。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫及标记元素

茭白田中捕捉处于不同发育期的拟水狼蛛，单头置于罩有尼龙纱的大玻管中。茭白田中采集的灰飞虱 *Laodelphax striatella* 大龄若虫饲养在保鲜的茭白叶鞘上。标记用的氯化铷 (RbCl) 粉剂由美国 Cabot 公司生产，纯度为 99.3%。

1.2 陷阱法监测拟水狼蛛在茭白田和水稻田两种生境之间的转移

本试验中茭白类型为秋茭，茭白田邻近稻田为单季稻。在茭白田和水稻田之间的田埂上埋置两个一次性塑料杯（直径 7 cm，高 10 cm，杯间距离为 30~50 cm），杯口与田埂齐平，两杯之间置一无色透明的塑料硬膜（高 50 cm，长 100 cm）作为隔离屏，塑料膜与田埂平行。杯中倒入少许洗衣粉水液制成捕捉蜘蛛的陷阱。每田埂设 10 个重复，重复间相隔 2 m。每隔 24 h 用新的塑料杯替换田埂上有虫的塑料杯，双筒镜下对虫样进行分类计数。

1.3 铷元素标记拟水狼蛛的方法及剂量的确定

1.3.1 间接标记：首先标记寄主植物和植食性昆虫，然后以被标记的植食性昆虫饲喂天敌。将氯化铷溶液直接喷施在茭白叶片上，剂量为 2 g/丛、4 g/丛两个处理，每个剂量分 2~3 次喷施以避免茭白叶片被烧伤。接入灰飞虱大龄若虫让其取食茭白而获得标记，然后用这些灰飞虱饲喂拟水狼蛛，每头拟水狼蛛喂食 5~10 头灰飞虱获得标记。

1.3.2 直接标记：直接以氯化铷水溶液饲喂，使天敌获得标记。氯化铷水溶液设 5、10、20 和 50 g/L 共 4 个剂量水平。待标记的蜘蛛分成雌蛛、雄蛛、大龄和低龄 4 组。将蘸有氯化铷水溶液的棉球移入试管中饲喂已经饥饿了 48 h 的蜘蛛，饲喂时间长度分别为 24、48 和 72 h，每处理重复 5 次，标记结束后将样本置于 -28℃ 保存待测。

硝化和测试：将经过标记的单头拟水狼蛛作为一测试样品，移入试管后加入 1 mL 65% 的硝酸，

65℃ 下水浴加热 2 h。再加入 1 mL 30% 的过氧化氢，在 65℃ 的水浴锅中继续加热 2 h。硝化液在原子分光吸收光度计（3200 型号，上海分析二厂制造）上测试铷元素浓度，测试波长为 780 nm。

1.4 用铷元素标记监测拟水狼蛛在生境间的转移距离和速度

从茭白田捕捉拟水狼蛛约 5 000~6 000 头，单管饲养，以蘸有浓度 10 g/L 的氯化铷溶液的小棉球饲喂 1 天，使拟水狼蛛获得铷标记。以高度为 1 m 的聚乙烯膜在茭白田中心围成正方形的释放区（4 m×4 m），将标记过的拟水狼蛛释放于其中，之后撤去聚乙烯膜。以释放区为圆心，在其邻近的稻田中距圆心 5、10、20、40 m 的圆周上分别设立 5 个取样点。于释放后的第 2、4、8 和 16 天，以 0.5 m×0.5 m 的采样罩和吸虫器进行采样。样本进行单蛛硝化处理并用原子分光吸收光度计测定铷元素含量。

2 结果与分析

2.1 拟水狼蛛在茭白田和水稻田之间的转移动态

检查陷阱法采集的样品发现，在茭白田和水稻田之间转移的蜘蛛包括狼蛛科、皿蛛科、盗蛛科及其它一些科的种类。5~10 月拟水狼蛛为优势种，占总量的 68.8%~95.9%。11 月份优势种为拟环纹豹蛛，占 68.8%，拟水狼蛛则占 24.0%。5 月份有少量拟水狼蛛在两生境间转移，6 月份水稻秧苗移栽入本田后，拟水狼蛛的转移活动开始活跃，两个方向上的转移量大致相等，每天每杯约 2 头。7 月和 8 月是拟水狼蛛的转移高峰，由茭白田大量地迁往水稻田，由茭白田迁往水稻田的拟水狼蛛数量每天每杯达 3~4 头，约为水稻田向茭白田转移量的 4~6 倍。10 月份水稻成熟期，拟水狼蛛在两种生境间转移量均约为每天每杯 1.6 头，但调查中发现，水稻收割后第一天（10 月 20 日），由水稻田迁往茭白田的拟水狼蛛每天每杯达 4.9 头，同时由茭白田迁往水稻田的仅为每天每杯 0.7 头。11 月份的大田调查发现，茭白田中的拟水狼蛛密度达到 213.4 头/m²，为稻田中的 17.8 倍（图 1）。

2.2 铷元素标记拟水狼蛛的效果

标记茭白和灰飞虱后再饲喂拟水狼蛛需要 6~8 天的时间，氯化铷的消耗量大，单个标记样本体内的铷元素平均值为 1.44 μg/g，个体标记率低于 95% 左右。直接饲喂标记拟水狼蛛只需 1 天，标记

同样数量的蜘蛛需消耗的氯化铷仅为间接标记的 2.5%~5%，个体标记率为 100%（表 1）。试验中我们还发现氯化铷直接喷施在叶面上易造成叶片的

化学烧伤，对蜘蛛和寄主害虫造成一定的拒避作用。

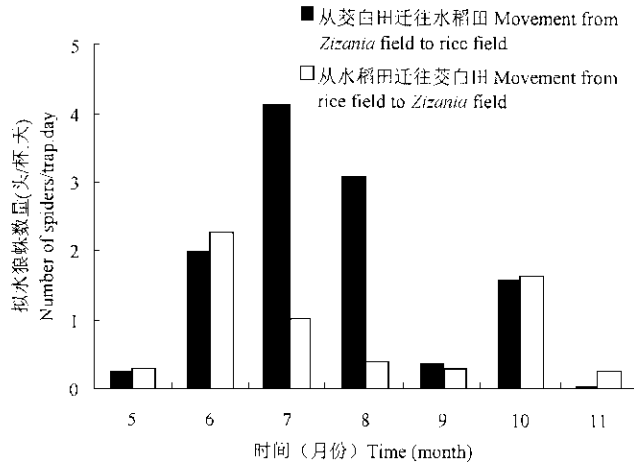


图 1 水稻不同生长期拟水狼蛛在茭白与水稻两种生境间的转移动态

Fig. 1 Movement of lycosid spiders between rice and *Zizania* fields across the field borders during the growth stages of rice

表 1 两种方法标记拟水狼蛛的效果比较

Table 1 Comparison of effectiveness of two methods of marking lycosid spiders with RbCl

标记方法 Marking procedure	标记所需时间 (天) Time marked (d)			RbCl 消耗量 RbCl consumed per spider (mg)	含铷量 (mg/g) Rb content per marked spider ($\mu\text{g/g}$)
	茭白 <i>Z. caduciflora</i>	灰飞虱 <i>L. striatella</i>	拟水狼蛛 <i>P. subpiraticus</i>		
间接标记 indirect	4	1~2	1~2	200~400	1.4 ± 0.6
直接标记 direct			1	10	9.1 ± 3.4

表中数据是平均值 \pm 标准差，下同 The data in the table are mean \pm SD, the same for the following tables

表 2 直接标记的拟水狼蛛不同发育期的铷元素含量

Table 2 Rb content ($\mu\text{g/g}$) of direct-marked spiders during different stages of development

RbCl 剂量 (g/L) Dosage of RbCl	标记时间 (h) Time after mark	死亡率 (%) Mortality	标记后每蛛含铷量 Rb content after labeling per head ($\mu\text{g/g}$)			
			雌成蛛 Female adult	雄成蛛 Male adult	高龄若蛛 3-5 instar nymphs	低龄若蛛 1-2 instar nymphs
0 (CK)	72	1.23 ± 0.22	0.01 ± 0.02	0	0	0
5	24	0.96 ± 0.34	4.55 ± 1.50	3.98 ± 1.64	2.99 ± 1.46	3.51 ± 0.99
	48	1.36 ± 0.21	7.50 ± 5.19	3.63 ± 1.14	5.59 ± 0.91	2.23 ± 0.15
	72	1.11 ± 0.45	11.22 ± 7.49	5.73 ± 1.30	6.46 ± 3.43	3.05 ± 1.27
10	24	1.23 ± 0.77	8.37 ± 2.80	10.51 ± 4.47	6.32 ± 4.06	4.17 ± 1.46
	48	1.76 ± 0.84	13.22 ± 8.29	10.50 ± 5.78	6.82 ± 1.13	4.10 ± 2.24
	72	1.93 ± 1.22	16.21 ± 8.28	6.07 ± 2.93	6.95 ± 2.90	3.59 ± 1.55
20	24	10.95 ± 3.46	13.45 ± 3.65	10.94 ± 4.28	11.34 ± 2.26	5.63 ± 2.34
	48	11.33 ± 5.23	25.33 ± 4.66	19.25 ± 3.45	14.44 ± 6.72	11.54 ± 3.72
	72	10.66 ± 9.67	24.78 ± 8.37	12.24 ± 5.36	6.56 ± 3.44	4.49 ± 1.21
50	24	53.42 ± 12.98	36.19 ± 7.33	19.63 ± 8.24	4.39 ± 2.35	22.34 ± 9.23
	48	62.57 ± 19.72	44.56 ± 6.47	33.67 ± 11.33	21.26 ± 8.77	4.43 ± 2.53
	72	60.66 ± 11.93	43.73 ± 8.92	9.28 ± 7.45	17.73 ± 6.33	7.89 ± 4.72

进一步的研究表明，直接饲喂标记 1 天后，成蛛体内的铷含量明显高于若蛛，雌蛛高于雄蛛，大龄若蛛高于低龄若蛛。10 g/L、20 g/L 和 50 g/L 三种剂量的标记效果明显优于 5 g/L 剂量，然而剂量大于 20 g/L 会增加拟水狼蛛死亡率，50 g/L 剂量下拟水狼蛛取食 24 h 后的死亡率超过 50%。5 g/L 和 10 g/L 两个剂量下供试拟水狼蛛的死亡率与对照组无明显差别（表 2）。因此我们认为 10 g/L 适宜于此类蜘蛛的直接标记。

2.3 拟水狼蛛从茭白田向水稻田转移的距离

田间监测结果表明，被标记的拟水狼蛛在释放 2 天后，就可移动至 20 m 之外。第 16 天，能在 40 m 距离的采样点上捕到被标记个体（表 3）。在采集到的 9 头含铷的蜘蛛中，有 5 头是在 5 m 距离上捕到的。我们在 > 80 m 的采集点上未发现被标记蜘蛛。

表 3 被 Rb 标记拟水狼蛛从茭白田向邻近稻田的扩散

Table 3 Distances moved by marked lycosid spiders from *Z. caduciflora* fields to rice fields

Time after release	Distance from release site	Individuals marked	Individuals captured
第 1 天 1st day	5	35	5.71
	10	19	0
	20	19	5.26
	40	28	0
第 2 天 2nd day	5	32	6.25
	10	26	3.85
	20	16	6.25
	40	18	0
第 7 天 7th day	5	45	0
	10	28	0
	20	15	0
	40	57	0
第 15 天 15th day	5	24	4.17
	10	25	0
	20	17	0
	40	21	4.76

3 讨论

拟水狼蛛是稻田飞虱的主要天敌，由于稻田中

的农艺措施（翻耕、施药、移栽和收割等）经常会破坏稻田的生态平衡（徐嘉生等，1987；Way and Heong, 1994），蜘蛛在稻田与其它生境间的转移显得非常重要，尤其是水稻收割后和冬季。茭白是长江中下游种植面积较大的一种禾本科蔬菜（孔庆东，1994），通常在稻田邻近种植或与水稻混栽，且冬季常常保留有一定的残茬。本研究中发现，茭白田是拟水狼蛛的主要栖息地。水稻移栽后，大量的拟水狼蛛从茭白田移入稻田，到早稻后期、晚稻前期达到高峰，极大地提高了稻田中的蜘蛛数量。而在晚稻收割前后，蜘蛛则从稻田迁入附近生境条件较适宜的茭白田，并在茭白田中越冬。同时我们也发现，水稻生长前期使用化学农药时，使从茭白田迁入稻田的蜘蛛大量被杀伤，稻田生态系统中天敌对害虫的调控能力因而受到极大的抑制。元素标记试验显示，拟水狼蛛从茭白田向稻田的转移速度快，扩散范围较广，转移的最大距离可达 40 m。

传统的间接标记方法对捕食性天敌不适宜，不仅标记元素的消耗量大，而且易造成植株的烧伤而降低标记率。改用直接饲喂后，标记元素消耗量减少，标记时间缩短，一天可完成标记，标记率可达 100%。同时，直接饲喂标记可避免天敌在标记点外捕食了被标记的植食性昆虫而造成的错误信息。此外，直接饲喂法的提出，将对诸如蜘蛛、蟋蟀、蚂蚁和甲虫等捕食性天敌在稻田生态系统中的迁移规律研究提供参考。

致谢 承蒙国际水稻所昆虫分类室主任 A. T. Barrion 博士鉴定蜘蛛标本。有关田间蜘蛛采集和释放等试验工作得到安徽农业大学 96 届实习生陈茂、李广安、王燕和顾晓玲，扬州大学 96 届实习生鞠瑞亭和吉勇，南京农业大学 96 届实习生王新军和方华的协助，在此一并表示衷心的感谢！

参 考 文 献 (References)

Berry W L *et al.*, 1972. Marking of native phytophagous insects with rubidium: a proposed technique. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 65 (1): 236 - 238.

Graham H M, Wolfenbarger D A, 1977. Tobacco budworm labeling with rubidium in the laboratory. *J. Econ. Entomol.*, 70: 800 - 802.

Kong Q D, 1994. Study on the classification of wild rice, *Zizania caduciflora*. *Genetic Resource of Crops*, 4: 1 - 4. [孔庆东, 1994. 茭白资源分类初探. 作物品种资源, 4: 1 - 4]

Luo X N, Zhuo W X, 1980. Study on the biological characteristics and utilization of egg parasitoid, *Anagnus* spp., of rice planthoppers. *Journal of*

- Fujian Agricultural College*, 44 - 45. [罗肖南, 卓文禧, 1980. 稻飞虱寄生蜂——缨小蜂生物学特性及保护利用的探讨. 福建农学院学报, 44 - 45]
- Padgham D E *et al.*, 1984. Rubidium marking of the rice pests *Nilaparvata lugens* Stål and *Sogatella furcifera* Horváth (Hemiptera: Delphacidae) for field dispersal studies. *Bull. Entomol. Res.*, 74: 379 - 385.
- Perfect T J *et al.*, 1985. Interpretation of the flight activity of *Nilaparvata lugens* Stål and *Sogatella furcifera* Horváth (Hemiptera: Delphacidae) based on comparative trap catches and field marking with rubidium. *Bull. Entomol. Res.*, 75: 93 - 106.
- van Steenwyk R A *et al.*, 1978. Marking pink bolloworm with rubidium. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 71: 81 - 84.
- Way M J, Heong K L, 1994. The role of biodiversity in the dynamics and management of insect pests of tropical integrated rice: a review. *Bull. Entomol. Res.*, 84: 567 - 587.
- Xu J S, Chen Z F, Zhu R L, 1987. Study and application of spiders in rice fields in Zhejiang Province. *Natural Enemy*, 9 (3): 140 - 144. [徐嘉生, 陈樟福, 朱瑞良, 1987. 浙江省稻田蜘蛛的研究与利用. 昆虫天敌, 9 (3): 140 - 144]
- Ye Z X, Wang D D, 1987. Population dynamics of spiders in rice fields of Jiangxi Province. *Bull. Biological Control*, 3 (1): 11 - 14. [叶正襄, 汪笃栋, 1987. 江西稻田蜘蛛区系及种群动态研究. 生物防治通报, 3 (1): 11 - 14]
- Yu X P, Hu C, Heong K L, 1997. Parasitization and preference characteristics of egg parasitoids from various habitats to homopterans. *Acta Entomologica Sinica*, 41 (1): 41 - 47. [俞晓平, 胡萃, Heong K L, 1997. 不同生境源的稻飞虱卵寄生蜂对寄主的选择性和寄主特性. 昆虫学报, 41 (1): 41 - 47]
- Zhang Y Q, He B, 1981. The preliminary study of spider population dynamics in rice ecosystem. *Acta Phytophylacica Sinica*, 8 (2): 101 - 109. [张永强, 何波, 1981. 稻田生态系统蜘蛛种群动态的初步研究. 植物保护学报, 8 (2): 101 - 109]