

麦田灰飞虱种群空间分布型及抽样技术探讨

朱金良¹, 王华弟², 陈跃¹, 徐云², 吴降星³, 蔡国梁⁴

¹浙江省嘉兴市农业经济局植保站, 嘉兴 314021; ²浙江省植物保护检疫局, 杭州 310020;

³浙江省宁波市农业技术推广总站, 宁波 315012;

⁴浙江省诸暨市农业技术推广中心, 诸暨 311800

摘要:灰飞虱不仅直接为害水稻、大小麦, 还是水稻条纹叶枯病、黑条矮缩病的主要媒介。了解灰飞虱在越冬作物大小麦田的分布特征和合适的抽样技术, 可以为春季防治灰飞虱从而控制水稻病毒病的发生流行发挥重要作用。为此笔者进行了麦田灰飞虱种群分布调查, 并采用扩散型指标法和 Iwao 回归法测定了浙江北部大小麦田灰飞虱的空间分布型。结果表明: 麦田灰飞虱成虫、若虫和成若虫田间分布趋于聚集分布, 其聚集原因主要是由灰飞虱生物学特性和环境因素引起的。根据空间分布型的参数, 建立了理论抽样数模型为 $n_1 = \frac{1172.84}{\bar{X}} + 37.46$, $n_2 = \frac{293.21}{\bar{X}} + 9.36$, $n_3 = \frac{130.3}{\bar{X}} + 4.16$, 适用于不同虫口密度下的田间抽样。在每样方虫口密度 5、10 和 15 头以上时, 分别取样 70、40 和 20 个样方。研究结果为准确抽样调查和防治提供了科学依据。

关键词:麦田; 灰飞虱; 空间分布型; 抽样技术

中图分类号: S435.11 文献标识码: A

Spatial Distribution of Small Brown Planthopper, *Laodelphax striatellus* Fallen, Population and its Sampling Technique in Wheat and Barley Fields

Zhu Jinliang¹, Wang Huadi², Chen Yue¹, Xu Yun², Wu JiangXin³, Cai Guoliang⁴

(¹Plant Protection Station, Bureau of Agricultural Economics, Jiaxing City, Zhejiang 310021; ²Bureau of

Plant Protection and Quarantine, Hangzhou 310020; ³Agricultural Technique Extension Center,

Ningbo City, Zhejiang 315012; ⁴Agricultural Technique Extension Center, Zhuji City 311800)

Abstract: The small planthopper *Laodelphax striatellus* Fallen (Homoptera: Delphacidae) is not only a direct pest of rice, barley and wheat etc., but also a main vector of rice stripe disease and rice black streak disease. Understanding the spatial characteristics of the insect and further developing a sampling technique to estimate its density in the winter crop fields are helpful to make decisions for controlling the planthopper and transmission of the viral diseases. Spatial distribution of the small planthopper population in barley and wheat fields in the Northern Zhejiang province was detected using the dispersal indices and Iwao regression approaches. The results showed that the planthopper populations at the stages of adult, nymph and the pooled nymphs and adults in the sampled fields tended to be in aggregative patterns of spatial distribution. Such pattern were resulted mainly from the planthoppers' biological characteristics and environmental factors. The theoretical sampling equations were established as: $n_1 = \frac{1172.84}{\bar{X}} + 37.46$, $n_2 = \frac{293.21}{\bar{X}} + 9.36$, $n_3 = \frac{130.3}{\bar{X}} + 4.16$, for the adults (n_1), nymphs (n_2) and adults plus nymphs (n_3), respectively. According to the

基金项目: 浙江省重大科技攻关项目“单季晚稻条纹叶枯病防控关键技术研究”(2004E60055);“水稻灰飞虱发生规律、监测预警与控制技术研究”(2005C32033)主要内容之一。

第一作者简介: 朱金良, 男, 1966 年出生, 浙江海盐人, 农艺师, 主要从事水稻病虫预测预报工作。通信地址: 314021 浙江省嘉兴市农业经济局植保站。

Tel: 0573-2841178, E-mail: jxcbz331@126.com. 通信作者: 王华弟, wanghd61@126.com.

收稿日期: 2007-04-25, 修回日期: 2007-06-11。

sampling equations, when the density of the planthopper is assumed as 5, 10 and 15 per sampling unit, 70, 40 and 20 sampling units is needed to be sampled.

Key words: Barley, Wheat, *Laodelphax striatellus* Fallen, Spatial distribution, Sampling technique

灰飞虱(*Laodelphax striatellus* Fallen)是水稻条纹叶枯病(Rice stripe Virus, RSV)和黑条矮缩病(Rice black-streaked dwarf virus, RBSDV)的传播媒介^[1,2]。近年来,随着农业种植结构调整,耕作栽培制度改变,冬季气候变暖,主治药剂防效下降等多种因素影响,灰飞虱种群数量持续上升,带毒率不断提高,造成江浙稻区水稻两大病毒病暴发流行^[3,4];同时,还在晚粳稻抽穗至乳熟灌浆期集中穗部危害,造成水稻产量较大损失^[3,5],严重威胁水稻生产安全和种粮农民收入。麦田是灰飞虱越冬主要场所^[2,3,6],做好大小麦田灰飞虱监测与防治,对于控制全年灰飞虱种群数量和两大病毒病流行,具有十分重要意义。周强等(2001)对褐飞虱、白背飞虱在稻田空间结构进行初步分析^[7,8],但对于大小麦田灰飞虱种群空间分布与抽样技术,则尚未见报道。为此,笔者于2006—2007年对浙江北部大小麦田灰飞虱种群分布进行了调查,就其空间格局和抽样技术进行了初步研究。

1 材料与方法

1.1 调查地点及调查方法

调查区位于浙江省嘉兴南湖区和绍兴诸暨市病虫测报观测区进行,该区域常年种植小麦和单季晚粳稻,一年两熟,为浙江省主要产粮区。观察区农田面积在100hm²以上,选大小麦不同播种期、长势与不同虫量的类型田块10块田(大麦、小麦田各5块)于3月下旬大小麦分蘖至拔节期,用33cm×45cm白瓷盘(盘内壁涂上粘虫胶)拍查^[9],方法是白瓷盘插入麦株并紧贴地面,快速拍击植株中、下部,每块田随机抽查100个样点,以每一盆拍为一样方(0.15m²),分别记载灰飞虱成虫、若虫和成若虫数量。

1.2 分布型测定

将田间调查取得的实测值制成频次分布表,计算平均每个样方虫量(\bar{X})、方差(S^2),参照文献^[9-11]的方法,计算聚集度指标,判断空间分布型,分析聚集原因。

$$(1) \text{扩散系数 } C = \frac{S^2}{\bar{X}};$$

$$(2) \text{平均拥挤度 } \bar{m} = \bar{X} + \frac{S^2}{\bar{X}} - 1;$$

$$(3) \text{聚块性指标 } \frac{\bar{m}}{\bar{X}} = 1 + \frac{S^2}{\bar{X}} - \frac{1}{\bar{X}};$$

$$(4) \text{聚集指数 } I = \frac{S^2}{\bar{X}} - 1;$$

$$(5) \text{负二项分布 } K \text{ 值, } K = \frac{\bar{X}}{S^2 - \bar{X}};$$

$$(6) \text{指数 } C_A \text{ 值, } C_A = \frac{S^2 - \bar{X}}{\bar{X}^2}$$

$$(7) \text{Iwao 回归法, } \bar{m} = \alpha + \beta \bar{X}.$$

$$(8) \text{BlacR 种群聚集均数 } (\lambda), \lambda = \frac{\bar{X}r}{2K}$$

1.3 抽样技术研究

采用 Iwao 法^[11]。 $n = \left(\frac{t}{D}\right)^2 \left(\frac{\alpha + 1}{\bar{X}} + \beta - 1\right)$; n —理论抽样数; \bar{X} —平均密度(头/样方); t —一定置信度下 t 分布值,取 $t=1.96$; D —允许误差,分别取 0.1、0.2、0.3; α 、 β —Iwao 回归式中的参数。

2 结果与分析

2.1 麦田灰飞虱种群空间分布型测定

麦田灰飞虱种群空间分布型的聚集指标见表1。从表1看出,30个样区的麦田灰飞虱成虫、若虫、成若虫混合种群的扩散系数(C)、聚块性指标($\frac{\bar{m}}{\bar{X}}$)均大于1,聚集指数(I)、负二项分布 K 值、指数 C_A 值均大于0,由此可以判定麦田灰飞虱成虫、若虫、成若虫混合种群在田间呈聚集分布。

Waters (1959)认为, K 值与密度无关, K 值愈小,种群的聚集度愈大,若 K 值趋于 ∞ 时(一般在8以上时),则逼近 Poisson 分布。表1中, K 值均不大于8,因此,麦田灰飞虱种群的分布型不符合 Poisson 分布。

2.2 聚集原因分析

Iwao 的 $\bar{m}-\bar{X}$ 回归分析,关系式为 $\bar{m} = \alpha + \beta \bar{X}$,根据表1抽样数据的统计结果得方程为:

$$\text{成虫 } \bar{m} = 1.3148 + 1.1194\bar{X}r = 0.9539^{**},$$

$$\text{若虫 } \bar{m} = 1.2485 + 1.13226\bar{X}r = 0.9518^{**},$$

表 1 麦田灰飞虱种群的聚集度指标测定结果

虫态号	田块号	样方数	平均每样方虫量 (头/0.15m ²) \bar{X}	方差 S ²	扩散系数 C	平均拥挤 度 \bar{m}	聚块性指 标 $\frac{\bar{m}}{\bar{X}}$	聚集指数 I	负二项分 布 K	指数 C _A	聚集均数 λ
成虫	1	100	14.80	48.99	3.31	17.11	1.16	2.31	0.43	2.33	66.08
	2	100	6.55	40.89	6.24	11.79	1.80	5.24	0.19	5.26	66.19
	3	100	3.71	19.70	5.31	8.02	2.16	4.31	0.23	4.35	30.97
	4	100	2.09	3.54	1.69	2.78	1.33	0.69	1.44	0.69	5.67
	5	100	4.51	18.46	4.09	7.60	1.69	3.09	0.32	3.13	27.06
	6	100	2.18	3.38	1.55	2.73	1.25	0.55	1.88	0.53	5.50
	7	100	2.34	3.17	1.35	2.69	1.15	0.35	2.82	0.35	5.22
	8	100	4.70	9.22	1.96	5.66	1.20	0.96	1.04	0.96	13.54
	9	100	2.34	2.71	1.16	2.50	1.07	0.16	6.32	0.16	3.89
	10	100	13.80	44.99	3.26	16.06	1.16	2.26	0.44	2.27	60.22
若虫	1	100	9.26	40.25	4.35	12.61	1.36	3.35	0.30	3.33	59.26
	2	100	1.22	3.30	2.70	2.92	2.39	1.70	0.59	1.69	3.97
	3	100	0.96	2.30	2.39	2.35	2.45	1.39	0.72	1.39	2.56
	4	100	0.80	1.05	1.31	1.11	1.39	0.31	3.20	0.31	1.57
	5	100	2.64	11.42	4.33	5.97	2.26	3.33	0.30	3.33	16.89
	6	100	1.46	2.37	1.62	2.08	1.42	0.62	1.60	0.63	3.56
	7	100	1.27	2.42	1.91	2.18	1.72	0.91	1.10	0.91	4.18
	8	100	1.96	6.32	3.22	4.18	2.13	2.22	0.45	2.22	8.36
	9	100	4.24	28.54	6.73	9.97	2.35	5.73	0.17	5.88	47.88
	10	100	8.26	35.25	4.27	11.53	1.40	3.27	0.31	3.23	51.16
成若虫	1	100	24.06	113.07	4.70	27.76	1.15	3.70	0.27	3.70	171.09
	2	100	7.77	55.27	7.11	13.88	1.79	6.11	0.16	6.25	93.24
	3	100	4.67	27.74	5.94	9.61	2.06	4.94	0.20	5.00	44.83
	4	100	2.89	5.11	1.77	3.66	1.27	0.77	1.30	0.77	8.68
	5	100	7.15	30.43	4.26	10.41	1.46	3.26	0.31	3.23	44.28
	6	100	3.64	5.22	1.43	4.07	1.12	0.43	2.30	0.43	8.76
	7	100	3.61	4.24	1.17	3.78	1.05	0.17	5.73	0.17	6.19
	8	100	6.66	15.19	2.28	7.94	1.19	1.28	0.78	1.28	25.57
	9	100	6.68	37.59	5.71	11.29	1.72	4.71	0.21	4.76	60.16
	10	100	22.06	107.03	4.85	25.91	1.18	3.85	0.26	3.85	162.90

成若虫 $\bar{m}^* = 2.0537 + 1.0975\bar{X}_r = 0.9735^{**}$,

现灰飞虱成虫、若虫、成若虫 α 值分别为 1.3148、1.2485、2.0537, α 均大于 0, 说明灰飞虱在种内均表现

为不同个体之间相互吸引, 分布基本成分为个体群; β 值分别为 1.1194、1.3226、1.0975, β 均大于 1, 说明个体群的分布基本上是聚集分布的; $\alpha > 0, \beta > 1$, 则表明麦田灰飞虱种群为聚集型的负二项分布。

表2 麦田灰飞虱不同虫口密度下的理论抽样数

每样方灰飞虱 虫量(头 /0.15m ²)	不同精度下抽查样方数			每样方灰飞虱 虫量(头 /0.15m ²)	不同精度下抽查样方数		
	D=0.1	D=0.2	D=0.3		D=0.1	D=0.2	D=0.3
1	1210	302	134	16	110	27	12
2	624	156	69	17	106	26	12
3	428	107	47	18	102	25	11
4	330	82	37	19	98	24	11
5	271	68	30	20	96	24	11
6	232	58	26	21	93	23	10
7	204	51	23	22	91	22	10
8	184	46	20	23	88	22	10
9	167	42	18	24	86	21	9
10	154	38	17	25	84	21	9
11	144	36	16	26	82	20	9
12	135	33	16	27	79	20	9
13	127	32	14	28	78	19	9
14	121	30	13	29	77	19	9
15	115	29	13	30	76	18	9

应用 Black 种群聚集均数(λ)进行检验,麦田灰飞虱成虫、若虫、成若虫共 30 组抽样数据的 λ 值均 ≥ 2 ,说明麦田灰飞虱聚集原因是由灰飞虱本身生物学特性和环境因素共同互作引起的。

2.3 田间理论抽样技术

应用 Iwao 理论抽样数公式,取概率保证值 $t=1.96$,允许误差 $D=0.1, 0.2, 0.3$, $\alpha = 2.0537$, $\beta = 1.0975$, 建立理论抽样模型,计算出麦田灰飞虱不同虫口密度下所需的理论抽样数(表 2)。

$$t=1.96 \quad D=0.1 \quad n_1 = \frac{1172.84}{\bar{X}} + 37.46 \quad (1)$$

$$t=1.96 \quad D=0.2 \quad n_2 = \frac{293.21}{\bar{X}} + 9.36 \quad (2)$$

$$t=1.96 \quad D=0.3 \quad n_3 = \frac{130.8}{\bar{X}} + 4.16 \quad (3)$$

从表 2 得知,当麦田灰飞虱虫口密度在每样方 1 头以下,所需抽样数较多,而当每样方虫口密度在 10

头以上时,所需抽样数呈平稳的下降,虫口密度越高,理论抽样数则越少。综合比较 3 个模型,在麦田灰飞虱虫口密度较低,即低于每样方 5 头时,以模型(2)、模型(3)较为适宜,在虫口密度较高,即每样方在 25 头以上时,以模型(2)、模型(1)较宜。就浙江北部大小麦田灰飞虱实际调查而言,总体上以模型(2)抽样式为宜,当每样方灰飞虱虫口密度在 5 头时,抽查 70 个样方;每样方虫口密度 10 头时,抽查 40 个样方;每样方虫口密度 25 头以上,抽查 20 个样方。

3 讨论

空间分布型是种群在空间相对静止时的散布状况,它揭示了种群个体某一时刻的行为习性、环境因子对叠加影响,以及种群选择环境的内禀特性和空间结构异质性程度^[9-10]。在估计种群密度的抽样调查、确定试验数据的统计分析方法及考察受害形成过程和决定必需防治密度时,空间分布型的确定是必不可少的。

灰飞虱不仅在晚粳稻穗期上穗危害,而且是

条纹叶枯病、黑条矮缩病的传播媒介^[1-3],麦田是灰飞虱越冬主要场所,做好大小麦田等虫源地灰飞虱的监测与防治,对于控制水稻二大病毒病流行具有十分重要意义。关于水稻稻飞虱空间分布型,周强等(2001)曾等褐飞虱、白背飞虱在稻田内空间结构进行调查分析,其分布型为聚集分布,提出了相应抽样技术,但对麦田灰飞虱种群空间分布型与抽样技术研究则尚未见报道。研究表明,在浙江北部大小麦田,灰飞虱的空间分布型为聚集分布中的负二项分布,其分布的基本成分是个体群,个体间相互吸引,其聚集强度随种群密度的增加而增加。根据麦田灰飞虱种群呈聚集分布特性,田间抽样调查可采用棋盘式、双平行线等多种取样方法,在初步做出调查田块发生程度后,依据最适理论抽样数模型 $n_2 = \frac{293.21}{\bar{X}} + 9.36$, 计算出麦田不同虫口密度下所需的最适抽样数,为准确抽样调查和防治提供了科学依据。

参考文献

[1] 林奇英,谢联辉,周仲驹,等.水稻条纹叶枯病的研究 I.病毒的分布和

损失.福建农学院学报,1990,19(4): 421-425.

- [2] 浙江省农业科学院植保所病毒组.水稻病毒病.北京:农业出版社,1985:75-158.
- [3] 祝增荣.灰飞虱传播的水稻黑条矮缩病及其治理.见:程家安,周伟军编:跨世纪农业发展研究.北京:中国环境科学出版社,1988:458-463.
- [4] 程兆榜,杨荣明,周益军.江苏稻区水稻条纹叶枯病发生新规律.江苏农业科学,2002,(1): 39-41.
- [5] 王华弟.粮食作物病虫害测报与防治.北京:中国科学技术出版社,2006:81-69.
- [6] 张国鸣,王华弟,戴德江.浙江省水稻条纹叶枯病发生发展态势与防控对策措施.中国植保导刊,2006,26(7): 21-21.
- [7] 周强,张润杰,古德祥.白背飞虱在稻田内空间结构的分析.昆虫学报,2003,46(2):171-177.
- [8] 周强,张润杰,古德祥,等.大尺度下褐飞虱种群空间结构初步分析.应用生态学报,2001,12(2):249-252.
- [9] 徐汝梅,成新跃.昆虫种群生态学—基础与前沿.北京:科学出版社,2005:3-18.
- [10] 唐启义,冯明光.DPS 数据处理系统—实验设计、统计分析及数据挖掘.北京:科学出版社,2007,470-473.
- [11] Iwao S. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. Res Popul Ecol., 1968, 10(1): 1-20.

(责任编辑:李碧鹰)