

桔小实蝇雄成虫空间分布的地理统计学分析

于鑫¹, 陆永跃¹, 梁广文¹, 曾玲¹, 林进添²

(¹华南农业大学昆虫生态研究室, 广东广州 510642; ²仲恺农业技术学院植物保护系, 广东广州 510225)

摘要: 通过性引诱剂诱集桔小实蝇雄成虫, 应用地理统计学的方法分析研究了桔小实蝇雄成虫空间变异规律, 建立了东西和南北 2 个方向的间隔距离和半方差值之间的球型模型和指数模型。结果表明, 番石榴园中桔小实蝇东西方向上的球型模型显示其变程范围是 292.0~920.2 m, 平均为 475.4 m, 指数模型显示其变程范围是 447.6~1567.8 m, 平均变程是 1235.2 m; 而南北方向上, 球型模型的变异曲线除 7 月 18 日和 7 月 30 日外均表现为块金分布形式, 7 月 18 日和 7 月 30 日模型显示变程分别为 594.6 和 583.2 m, 平均为 588.9 m; 指数模型结果显示, 只有 7 月 14 日呈块金分布, 18、22、26、30 日的变程范围分别为 2514.6、770.4、1496.4、1875.6 m, 平均为 1664.3 m。

关键词: 桔小实蝇; 雄成虫; 空间分布; 地理统计学

中图分类号: Q968.1 文献标识码: A 文章编号: 1001-411X(2006)02-0028-04

The Spatial Pattern of *Bactrocera dorsalis* Males with Geostatistics

YU Xin¹, LU Yong-yue¹, LIANG Guang-wen¹, ZENG Ling¹, LIN Jin-tian²

(¹ Lab of Insect Ecology, South China Agric. Univ., Guangzhou 510642, China;

² Department of Plant Protection, Zhongkai Agrotechnical College, Guangzhou 510225, China)

Abstract: Spatial pattern of oriental fruit fly *Bactrocera dorsalis* (Hendel) males was studied in the guava orchard by using geostatistical method. Methyl eugenol was used to attract the males in the sample. The semivariograms were described at the two directions of east-west and south-north. The results showed that the semivariograms of *B. dorsalis* was described by a spherical model and an exponential model, and indicated a spatial pattern ranging from 292.0 to 920.2 m with a spherical model and from 447.6 to 1567.8 m with an exponential model in the north-south. The spherical model showed nugget in the east-west. The exponential model indicated a spatial pattern ranging from 770.4 to 2514.6 m during from 18th to 30th July, but it indicated nugget in 14th July.

Key words: *Bactrocera dorsalis*; male; spatial pattern; geostatistics

地理统计学是地质分析和统计分析互相结合基础上形成的一套分析空间相关变量的理论和方法, 它以区域化变量理论为基础, 以变差函数为主要工具来研究那些空间分布上既具有随机性又有结构性的自然现象的科学^[1]。地理统计学已经应用于多种自然科学中^[1-3]。昆虫种群在空间上具有一定的分布规律, 这是由昆虫的生物学特性与特定生境条件相互作用的结果。研究昆虫空间格局有助于了解昆虫

的生态学特性, 对于虫口数量调查的取样、种群消长趋势、捕食者、寄生者与猎物、寄主的关系、研究种内竞争和扩散范围的预测预报以及制订害虫防治策略等都具有重要的意义^[4-12]。桔小实蝇是一种重大危险性害虫, 近年来在华南部分地区爆发成灾, 给水果生产造成重大经济损失。目前, 国内外关于该虫的空间分布规律研究较少^[13]。本文运用地理统计学方法对桔小实蝇雄成虫的空间结构进行了研究。

收稿日期: 2005-01-26

作者简介: 于鑫(1979-), 男, 硕士研究生; 通讯作者: 梁广文(1948-), 男, 教授, 博士, E-mail: gwliang@scau.edu.cn

基金项目: 国家“973”计划项目(2002CB111400); 广东省科技计划项目(2002B2160203; 2004A20401002); 广东省植物检验检疫项目(粤农函[2003] 363); 广东省 2004 年度桔小实蝇为害控制专项(粤财农[2004] 92 号)

1 材料与方法

1.1 调查地点与取样

调查地点位于广东省潮州市潮安县磷溪镇西口乡番石榴园,果园面积为13.3 hm². 调查时间2002年7月14~30日,种植的番石榴品种为“珍珠”. 调查期间番石榴一直处于挂果期. 样地果树长势较均一.

应用桔小实蝇性引诱剂——甲基丁香酚诱集雄成虫,性引诱剂与诱瓶购于广东省农业厅植保站,性引诱剂的有效范围是20 m. 诱瓶高度为17 cm,瓶底直径为8 cm. 诱瓶设置方式为10×10栅格式均匀布局,共挂100个诱瓶,瓶间距离为20 m. 每5 d调查记录1次诱瓶中的桔小实蝇雄虫的数量,共计调查5次.

1.2 变异曲线图的建立

以每1个诱瓶为1个样方,以 $Z(x)$ 和 $Z(x+h)$ 分别表示间隔为 h 的2个样本的调查测量值,则在样点空间内所有这些间隔为 h 的样本对间数值的平均相似程度可用半方差公式(Semivariogram)表示:

$$r\hat{D}_{(h)} = \frac{1}{2N_{(h)}} \sum_{i=1}^{N_{(h)}} [Z_{(xi)} - Z_{(xi+h)}]^2,$$

式中, $N_{(h)}$ 为间隔 h 的样点的对数,以变异函数 $r\hat{D}_{(h)}$ 对间隔距离 h 作图称为变异曲线图. 本研究中所用的2种模型为球形模型和指数模型,模型参数含义和计算方法参见文献[14].

2 结果与分析

2.1 调查数据

采用栅格式取样,于7月14~30日,每4 d调查1次,对5次调查结果进行统计,结果见表1.

表1 不同时期桔小实蝇雄成虫调查数据的基本统计结果
Tab. 1 Statistics for *Bactrocera dorsalis* males at different dates 2002

调查日期	样本数	平均密度	SS
date	sample number	mean density/(头·瓶 ⁻¹)	sum of square
07-14	100	94.23	135.39
07-18	100	81.55	168.29
07-22	100	50.75	195.38
07-26	100	34.37	118.47
07-30	100	77.81	48.28

2.2 桔小实蝇雄成虫在东西方向上的空间变异

2.2.1 球形模型 应用地理统计学方法对调查获得的不同时期的桔小实蝇雄成虫数量进行处理,由此得到多个变异曲线图,并运用球面模型对其进行拟合,以7月14、22日为例,所得结果见图1.

不同调查时间番石榴园桔小实蝇雄成虫变异曲线均呈明显规律性变化,随着间隔距离的增大,半方差值增大,表现空间依赖性. 由所建立的5个球形模型参数及检验结果(表2)可知,除7月18日的模型 χ^2 检验未通过外,其他4个方程均成立. 7月14、22、26、30日变程分别为404.6、292.0、616.8和920.2 m. 表明在这些距离内的抽样空间任何2点上桔小实蝇雄成虫数量间有一定的相关关系. 桔小实蝇雄成虫在变程内样点的空间分布具有连续性,而且连续性强度随样点间距离增大而减小. 桔小实蝇雄成虫在空间表现如此规律可能与成虫的飞行、取食以及性引诱剂的作用范围等有关.

在几次调查中,所建的模型参数块金常数占基台的比例即空间不连续性程度较小,分别为0.13、0.25、0.16、0.07. 这表明在同一次调查中,桔小实蝇雄成虫存在一定的空间随机性和结构性,但所产生的变异占总体方差的比例很小,为3.5%~12.5%,主要的变异是由于桔小实蝇雄成虫在空间上的连续性变化所产生的.

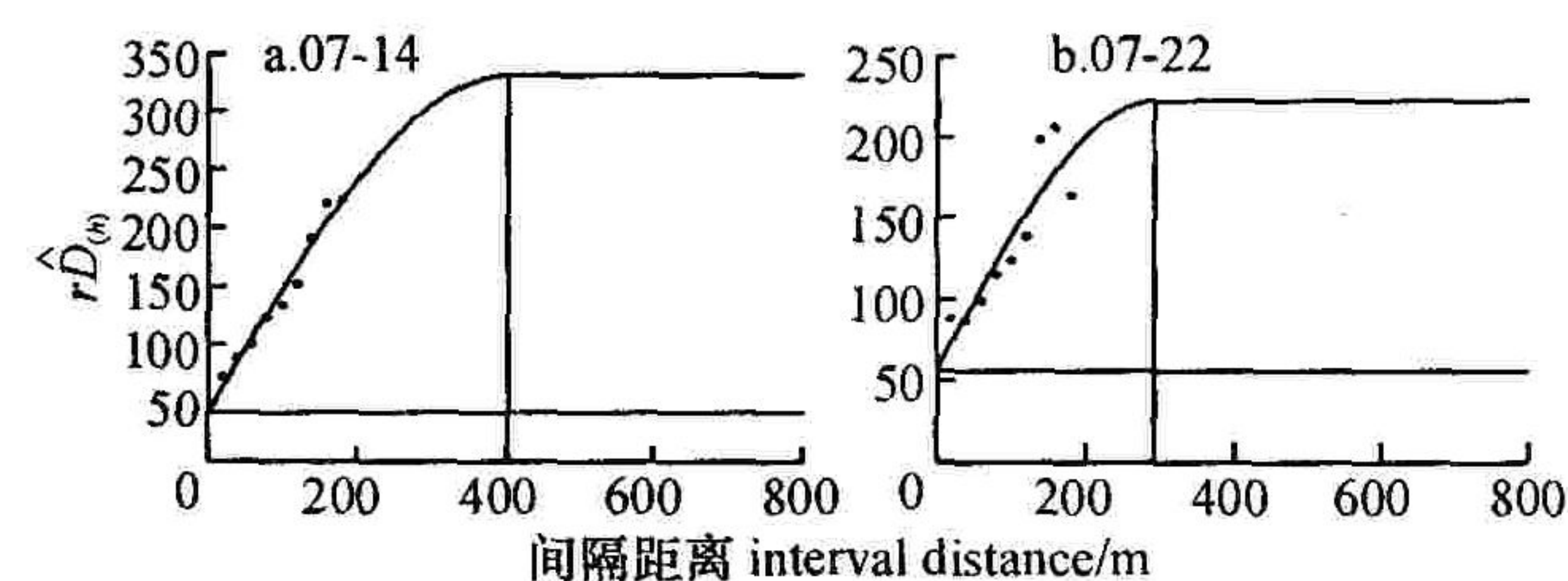


图1 7月14日(a)、7月22日(b)桔小实蝇雄成虫在番石榴园东西方向变异曲线图(球形模型)

Fig. 1 Variograms for *Bactrocera dorsalis* in the guava orchard on 14th and 22nd July (spherical model)

2.2.2 指数模型 根据调查结果,获得多个桔小实蝇雄成虫在番石榴园东西方向上的变异曲线图,应用指数模型进行拟合,以7月14、22日为例,所得结果见图2. 各变异曲线的参数及检验结果见表2. 对所建立的5个指数模型进行 χ^2 检验,均达到极显著水平,模型均成立.

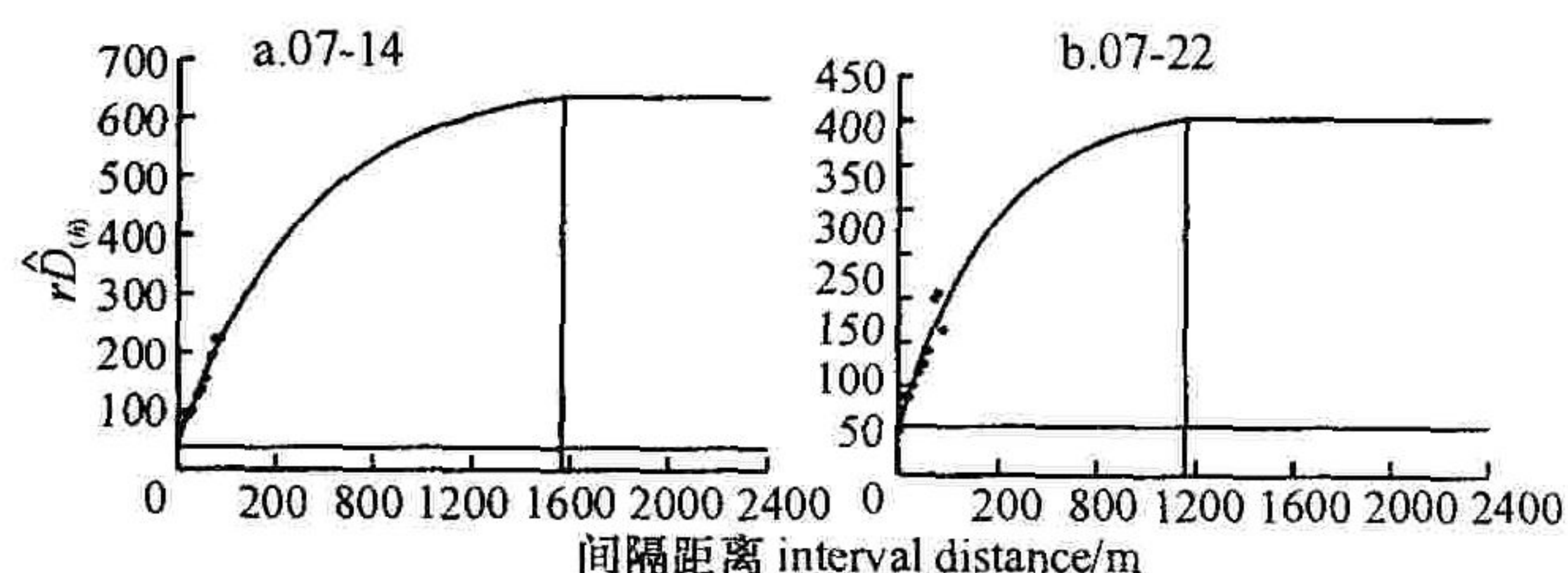


图2 7月14日(a)、7月22日(b)桔小实蝇雄成虫在番石榴园东西方向变异曲线图(指数模型)

Fig. 2 Variograms for *Bactrocera dorsalis* in the guava orchard on 14th and 22nd July (exponential model)

指数模型的参数变程结果显示,5次调查变程分别为1 567.8、447.6、1 159.8、1 561.8和1 438.2 m,平均变程是1 235.2 m.同样证明了桔小实蝇雄成虫在空间上存在一定的相关性,在变程内雄成虫的空间分布具有连续性,而且这种连续性强度随样本空间距离增大而逐渐减小.与球型模型的结果相似,指数模型的块金常数占基台的比例(即空间不连续性

程度或变异程度)也较小,分别为0.06、0.03、0.13、0.10、0.07.表明桔小实蝇雄成虫空间分布存在一定随机性和结构性,但随机性和结构性所导致的变异占总体变异的比例很小,为1.5%~6.5%,因此可以认为变异主要是由桔小实蝇雄成虫在空间上的连续性变化所产生的.

表2 不同时期桔小实蝇在番石榴园中东西方向上的理论半变异函数模型参数

Tab.2 Parameters of spherical models for *Bactrocera dorsalis* males at direction of west-east at different times

模型 model	调查日期 date	变程 range	块金常数 (C_0)	基台值 ($C + C_0$)	随机程度 [$C_0/(C + C_0)$]	R^2
球形模型 spherical model	07-14	404.6	41.40	330.87	0.13	0.97**
	07-18	43.2	76.42	174.13	0.44	0.06
	07-22	292.0	56.28	222.43	0.25	0.81**
	07-26	616.8	32.37	205.47	0.16	0.92**
	07-30	920.2	15.82	219.94	0.07	0.89**
指数模型 exponential model	07-14	1 567.8	37.75	654.98	0.06	0.96 ¹ **
	07-18	447.6	13.18	444.09	0.03	0.91**
	07-22	1 159.8	54.88	420.23	0.13	0.80**
	07-26	1 561.8	29.94	286.14	0.10	0.91**
	07-30	1 438.2	14.08	204.15	0.07	0.871**

由5个指数模型的参数还可以看出不同时间调查,所得的变程值存在较大差异,如7月18日为447.6 m,而7月14日较大,为1 567.8 m.球型模型也有类似结果.为何不同时间调查,所得结果不同,其中原因尚不清楚,尚需进一步探讨.

2.3 桔小实蝇雄成虫在南北方向上的空间变异

同东西方向一样,应用地理统计学方法对桔小实蝇雄成虫在南北方向上的空间分布进行分析,建立了多个描述空间变异的球面模型和指数模型,其主要参数及检验结果见表3.所建球型模型经检验,

仅7月18日和7月30日的成立.显示变程分别为594.6、583.2 m,平均为588.9 m.所建指数模型除7月14日不成立外,其他均成立.变程分别为2514.6、770.4、1 496.4、1 875.6 m,平均为1 664.3 m.研究结果表明在变程距离范围内桔小实蝇雄成虫在南北方向空间分布上任何2点桔小实蝇雄成虫数量间有一定的相关关系,在变程内样点的空间分布具有连续性,而且连续性强度随样点间距离增大而减小.

分析所建2种模型参数中块金常数占基台的比例发现,球型模型的较大,分别为0.12、0.17,而指数

表3 不同时期桔小实蝇在番石榴园中南北方向上的理论半变异函数模型参数(球型模型)

Tab.3 Parameters of spherical models for *Bactrocera dorsalis* in north-south at different times

模型 model	调查日期 date	变程 range	块金常数 (C_0)	基台值 ($C + C_0$)	随机程度 [$C_0/(C + C_0)$]	R^2
球形模型 spherical model	07-14	35.0	124.02	125.2	0.99	0.68
	07-18	594.6	31.77	259.58	0.12	0.87**
	07-22	45.0	161.20	160.96	1.00	0.77
	07-26	-419.4	26.00	-295.61	-0.09	0.65
	07-30	583.2	20.61	124.57	0.17	0.92**
指数模型 exponential model	07-14	0.6	52.04	104.08	0.50	0.66
	07-18	2 514.6	30.43	551.84	0.06	0.99**
	07-22	770.4	54.30	601.20	0.09	0.98**
	07-26	1 496.4	19.13	681.93	0.03	0.98**
	07-30	1 875.6	19.72	189.57	0.10	0.92**

模型的较小,分别为0.06、0.09、0.03、0.10。桔小实蝇雄成虫在南北方向空间上存在一定的随机性和结构性,但所产生的变异占总体方差的比例很小,仅为1.5%~8.5%,主要的变异是由于桔小实蝇雄成虫在空间上的连续性变化所产生的。

3 结论

本文应用地理统计学方法分析了桔小实蝇雄成虫空间分布规律,发现雄成虫在不同方向上均存在空间相关性,建立了多个描述空间变化的球型模型和指数模型。在番石榴园中,桔小实蝇东西方向上的球型模型显示其变程平均为475.4 m,指数模型显示其变程平均变程是1 235.2 m;而南北方向上,球型模型的变异曲线除7月18日和7月30日外均表现为块金分布形式,7月18日和7月30日模型显示变程分别为594.6 m、583.2 m,平均为588.9 m;指数模型结果显示,只有7月14日呈块金分布,18、22、26和30日的平均变程为1 664.3 m。

一般情况下,如空间上的半变异函数符合球型模型、指数模型,说明所研究生物种群属聚集分布。在本试验中,通过MATLAB6.1软件编程,得到球型模型、指数模型半变异函数程序,并应用该程序对桔小实蝇雄成虫种群数量在空间上的分布进行分析和模拟,得到不同时期桔小实蝇雄成虫的半变函数参数。研究结果表明在番石榴园,指数模型和球型模型在东西方向上都能够很好地反映出桔小实蝇空间分布的变化规律,但两模型所显示的变程范围有一定差距。在南北方向上两模型间有较大差异。关于桔小实蝇空间分布的变异规律还需获得更大尺度的调查数据进一步研究。

参考文献:

[1] 李德仁,龚健雅,边馥苓. 地理信息系统导论[M]. 北

京:测绘出版社,1993:10-120

- [2] 王海扣,周保华,程遐年,等. 地理信息系统及其在害虫综合治理中的应用[J]. 昆虫知识,1997,34(6):366-370.
- [3] 邱式邦. 中国植物保护研究进展[M]. 北京:中国科学技术出版社,1996:519-523.
- [4] 陈绘画,张建薇,杨胜利. 鞭角华扁叶蜂滞育幼虫空间格局的生物地理统计学分析及抽样技术的研究[J]. 林业科学研究,2002,15(5):593-598.
- [5] 耿继光,邹运鼎,毕守东,等. 地理统计学表达的麦二叉蚜及蚜茧蜂空间格局特征[J]. 应用生态学报,2002,13(10):1 307-1 310.
- [6] 王政权. 地统计学及在生态学中的应用[M]. 北京:科学出版社,1998:35-142.
- [7] 王学军. 空间分析技术与地理信息系统的结合[J]. 地理研究,1997,16(3):70-74.
- [8] 王政权,王庆成. 森林土壤性质的空间异质性研究[J]. 生态学报,2000,20(6):945-950.
- [9] 陆永跃,梁广文. 棉铃虫卵空间分布的地理统计学分析[J]. 华中农业大学学报,2002,21(1):13-17.
- [10] BEBBER D, BROWN N, SPEIGHT M, et al. Spatial structure of light and dipterocarp seedling growth in a tropical secondary forest[J]. Forest Ecology and Management, 2002,157:65-75.
- [11] BEKKER R M, VERWEIJ G L, BAKKER J P, et al. Soil seed bank dynamics in hay field succession[J]. Journal of Ecology,2000,88:594-607.
- [12] FARLEY R A, FITTER A H. Temporal and spatial variation in soil resources in a deciduous woodland[J]. Journal of Ecology,1999,87:668-696.
- [13] 林进添. 桔小实蝇生物学生态学及控制技术研究[D]. 广州:华南农业大学资源环境学院,2003.
- [14] 冯益明,唐守正,李增元. 空间统计分析在林业中的应用[J]. 林业科学,2004,40(3):149-155.

【责任编辑 周志红】