

梅园朝鲜球坚蚧的分布格局及时序动态

黄保宏^{1,2} 邹运鼎¹ 毕守东¹ 凡涛²

(1. 安徽农业大学 林学与园林学院, 合肥 230036; 2. 安徽科技学院, 安徽 凤阳 233100)

摘要 应用 5 种聚集度指标和 Iwao 法、Taylor 幂法则, 分别考查了 2003 年 3—9 月份朝鲜球坚蚧 (*Didesmococcus koreanus* Broch) 在梅树上的分布型及其变化动态。结果显示: 该蚧在梅树不同方位和冠层的枝条上以及所有密度下均呈聚集分布, 分布基本成分为个体群, 且个体间相互吸引。该虫以上层和南向树冠的聚集度最高, 下层和北向树冠的聚集度最低, 这种差异与该蚧的生物学特性和环境的异质性有关。不论蚧体在上、中或下层树冠, 都明显呈现出前期高聚块, 4 月下旬后由于黑缘红瓢虫天敌的捕食作用使其聚集强度呈逐渐降低的趋势。在空间分布格局研究的基础上, 提出了理论抽样数公式, 给出了不同密度和误差要求条件下的最适抽样数及一定防治指标下的序贯抽样模型。

关键词 朝鲜球坚蚧; 空间分布格局; 序贯抽样; 时序动态; 梅园; 聚集度

中图分类号 S 433.3; S 436.629

文章编号 1007-4333(2007)01-0039-06

文献标识码 A

Dynamics of spatial pattern of *Didesmococcus koreanus* Broch population in plum orchard

Huang Baohong^{1,2}, Zou Yunding¹, Bi Shoudong¹, Fan Tao²

(1. School of Forestry and Landscape Architectu, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

2 Anhui Science and Technology College, Fengyang 233100, China)

Abstract Spatial pattern and time-series dynamics of *Didesmococcus koreanus* Broch were analyzed by calculating five indices of aggregation, and parameters of Iwao model and Taylor's power law model from March to September. The results showed that the spatial pattern of *D. koreanus* in horizontal and upright dimension, at different directions, altitudes and population density in plum orchard was in an aggregated distribution pattern, and the fundamental component was the group composed of several individuals. The Aggregation intensity of *D. koreanus* was the highest in upper and southern part of the crown, and the lowest in its lower and northern part. The aggregation was due to the biological habits of *D. koreanus* and environmental heterogeneity. Whether *D. koreanus* was in the upper, middle, or lower crown of the plum tree, its aggregation intensity was higher before mid-ten days of April, and then gradually decreased after the last ten days of April because of preying by natural enemies, e. g., *Chilocorus rubidus* Hop. Based on data for the spatial distribution, the model of the most suitable sampling intensity is established and the suitable sampling intensity at different densities of *D. koreanus* and error level is presented. The sequential sampling diagram was drawn to investigate the *D. koreanus* population levels in a plum orchard.

Key words *Didesmococcus koreanus* Broch; spatial pattern; sequential sampling; time-series dynamics; orchard; aggregation

朝鲜球坚蚧 (*Didesmococcus koreanus* Broch) 是危害梅、桃树等的重要害虫, 尤以梅、桃树 1~2 年生的嫩枝受害最重, 可造成大量落叶, 且近年来危害更加严重。种群空间分布格局的研究是现代理论生态

学的重要内容之一, 它不仅揭示出种群的空间结构特征及其空间图式特征, 阐明种群分布的特征, 而且还有助于确定正确的抽样技术和资料代换的基础, 同时对了解种群的繁衍、猖獗、扩散行为和种群管理

收稿日期: 2006-07-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30571232); 安徽省教育厅自然科学基金资助项目 (2006 KJ028C)

作者简介: 黄保宏, 博士研究生, 副教授, 主要从事昆虫生态和害虫综合治理的教学与科研, E-mail: bhh826@sohu.com; 邹运鼎, 教授, 博士生导师, 通讯作者, 主要从事昆虫生态学的研究和教学, E-mail: yundingzou@tom.com

等有一定的实际应用价值^[17]。区域性梅园的高度异质性作用于种群空间结构的形成过程,产生了特异性的空间型及其空间关系,影响了种群的空间取样和种间关系^[1,5-8]。我国昆虫分布型研究开始于20世纪50年代,由于种群生态学及预测预报研究的需要,出现了地统计学等新的方法^[8-9],空间分布的研究得到进一步发展,但其主要研究方法仍然为频次检验法、扩散型指数法和回归模型法等或某2种方法的结合,且很少同时考虑水平、垂直以及东南西北4个方向的格局和动态,或多或少地存在着计算烦琐,信息损失太大等诸多问题^[10-16]。目前朝鲜球坚蚧在生物学特性、生态位和化学防治等方面已有研究^[17-19],而有关朝鲜球坚蚧空间格局的时序动态和抽样技术的研究尚未见报道。为了最大限度地利用室外调查所提供的朝鲜球坚蚧的聚集程度、范围和方向性等信息,提高其精确度,有效避免系统误差,揭示周期性和非周期性生态参数本质,本研究同时采用3种方法,从水平、垂直以及东南西北4个方向研究了该蚧种群的空间格局及动态规律,旨在进一步提高对该蚧的预测预报准确率和防治效果,以期对该蚧实行科学的区域性种群管理以及种群抽样等提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查取样

在安徽科技学院梅园内选择树龄15年左右,树

高约2 m,冠层较为完善且具有代表性的梅树10株。2003年3—9月,每15 d调查1次,共计调查14次。每次在每棵树的上、中、下3层,树冠的东、南、西、北4个水平方位分别随机选择10枝2年生20 cm左右的树枝,调查记载每枝的朝鲜球坚蚧数量。

1.2 空间分布格局的测定

1) 拟合模型与测度。将调查资料依次按Poisson分布、负二项分布、Neyman分布、二项分布等理论分布型进行拟合。根据实测频数与理论频数作卡方适合性检验,确定是否符合某种理论分布型^[11-12]。

2) 聚集强度各指数的测定。应用Iwao的回归分析法、Taylor幂法则法和平均聚集度 m^* 、丛生指数 I 、聚块性指数 m^*/m 、久野指数 C_A 、扩散指数 C 等聚集性指标综合分析朝鲜球坚蚧的水平格局和垂直格局。应用聚块性指标考察种群聚集度的时序变化^[13-16]。

2 结果与分析

2.1 空间格局频次分布检验

将调查的资料按单株该蚧数量构成1个频次分布表,对其数据用几种理论分布型进行拟合,并对实际测得频数与理论频次进行卡方适合性检验(表1)。结果表明,朝鲜球坚蚧在梅园中是聚集分布,其理论分布型符合负二项分布。

表1 朝鲜球坚蚧空间分布型频次分布检验

Table 1 Determination of frequency distribution of *Didesmococcus koreanus* Broch (in 2003)

日期	拟合波松分布		拟合负二项分布		拟合奈曼分布		拟合二项分布	
	χ^2	检验结果	χ^2	检验结果	χ^2	检验结果	χ^2	检验结果
03-10	374.13	×	5.67		16.88	×	15.07	×
03-25	2 391.17	×	9.85		18.11	×	23.69	×
04-09	2 543.48	×	16.05		32.81	×	25.00	×
04-24	104.94	×	4.11		15.52	×	23.68	×
05-09	2 514.28	×	14.82		15.59	×	14.07	×
05-24	208.13	×	8.76		43.92	×	19.09	×
06-08	1 375.78	×	11.09		24.29	×	16.92	×
06-23	1 003.15	×	4.79		17.06	×	28.47	×
07-08	320.43	×	2.24		15.69	×	15.51	×
07-23	139.63	×	4.52		75.47	×	19.68	×
08-07	55.79	×	31.62	×	12.92	×	22.59	×
08-22	38.85	×	3.18		14.70	×	32.67	×
09-06	116.34	×	7.55		19.20	×	22.36	×
09-21	888.69	×	13.33	×	10.69	×	18.31	×

注:“×”表示不符合该分布,“”表示符合该分布。取样年份为2003年,下表同。

2.2 上、中、下 3 层树冠的空间分布型

1) 聚集度指标法。分别对朝鲜球坚蚧在上、中、下 3 层树冠的聚集度指标进行计算(表 2)。从表 2 可知,该蚧种群各个时期在上、中、下 3 层树冠的 $I > 0$ 、 $C_A > 0$ 、 $m^*/m > 1$ 、 $C > 1$, 均属聚集分布,其中,5—6 月的种群密度高,平均聚集度大,7 月中旬其平均聚集度达到最大。从上、中、下 3 层树冠的

m^*/m 和 C 值变化还可看出,上层树冠的聚集度显著高于中层和下层树冠,即其个体聚集在生活相对适宜的部分,这主要是由于喜欢群居的行为和环境的异质性及再生的方式导致的。种群空间格局的聚集性程度是反映生物种群种性的重要特征,随着种群偏离这种特征,环境压力就会变大,而分布型指数恰能方便地测度这种聚集性。

表 2 朝鲜球坚蚧在上、中和下层树冠的聚集度指标动态

Table 2 Dynamics of aggregation indices of *Didesmococcus koreanus* in upper, middle and lower crown of plum tree(in 2003)

日期	上层树冠				中层树冠				下层树冠			
	$I_{上}$	$m^*/m_{上}$	$C_{A上}$	$C_{上}$	$I_{中}$	$m^*/m_{中}$	$C_{A中}$	$C_{中}$	$I_{下}$	$m^*/m_{下}$	$C_{A下}$	$C_{下}$
03~10	0.45	9.69	8.69	1.45	0.62	4.54	3.54	1.62	1.54	2.89	1.89	1.54
03~25	0.10	1.91	0.91	1.10	0.76	2.47	1.47	1.76	0.43	1.55	0.55	1.43
04~09	2.15	2.21	1.21	3.15	0.88	1.95	0.95	1.88	0.52	1.64	0.64	1.52
04~24	3.84	2.83	1.83	4.84	1.06	1.70	0.69	2.06	0.47	1.50	0.50	1.47
05~09	0.80	1.34	0.34	1.80	1.15	1.63	0.63	2.15	0.67	1.69	0.69	1.67
05~24	5.06	1.51	0.51	6.06	1.22	1.60	0.60	2.22	0.45	1.41	0.41	1.45
06~08	11.25	1.93	0.93	12.25	2.06	1.80	0.80	3.06	0.64	1.48	0.48	1.64
06~23	25.02	2.16	1.16	25.02	1.44	1.389	0.39	2.44	0.61	1.56	0.56	1.61
07~08	8.18	1.21	0.21	8.18	2.05	1.35	0.35	3.05	0.36	1.37	0.37	1.36
07~23	14.39	1.37	0.37	15.39	1.31	1.56	0.56	2.31	1.45	2.54	1.54	1.45
08~07	3.48	1.40	0.40	4.48	0.71	1.42	0.42	1.71	0.28	1.33	0.33	1.28
08~22	1.61	1.27	0.27	2.61	2.32	1.92	0.92	3.32	0.60	1.76	0.76	1.60
09~06	1.49	1.47	0.47	2.49	0.95	1.82	0.82	1.95	0.49	1.92	0.92	1.49
09~21	0.87	1.53	0.53	1.87	0.70	2.14	2.14	1.70	0.12	1.23	0.23	1.12

注： m^* 为平均聚集度； I 为丛生指数； m^*/m 为聚块性指数； C_A 为久野指数； C 为扩散指数； m 为平均密度。下同。

2) Iwao 的 m^*-m 回归法测度结果。将调查数据代入 Iwao 的 $m^* = a + m$ 模型,分别得

上层树冠： $m_{上}^* = 12.185 + 1.966 m$, $r = 0.941 2^{**}$;
 中层树冠： $m_{中}^* = 7.15 + 14.39 m$, $r = 0.850 5^{**}$;
 下层树冠： $m_{下}^* = 3.037 + 1.942 m$, $r = 0.923 7^{**}$ 。

上、中、下 3 段树冠的 $a > 0$, $b > 1$,说明蚧体在不同层次上均以个体群形式存在,其分布为聚集型。个体群中个体的平均聚集度以上层最高,下层最低。这与用频次分布检验和聚集度指标分析结果完全一致,且计算简便、可行,对数据的要求更低。

3) Taylor 幂法则测度结果。由表 3 可以看出,14 个模型全部通过显著性测定,其中全部 $\lg a > 0$,13 个 $b > 1$,梅园朝鲜球坚蚧在所有密度下都是聚集分布,且聚集程度具有密度依赖性,即不同密度下聚集的程度不同。Taylor 幂法则测定分布格局比较稳定,参数的变动相对较小,是一个比较优良的模型。

上层树冠： $\lg S_{上}^2 = 0.165 8 + 1.665 8 \lg m$, $r = 0.978^{**}$;
 中层树冠： $\lg S_{中}^2 = 2.390 0 + 1.704 \lg m$,

$r = 0.832^{**}$;
 下层树冠： $\lg S_{下}^2 = 1.580 0 + 1.704 \lg m$,
 $r = 0.832^{**}$ 。

4) 垂直空间聚集度的时序变化分析。利用 Lloyd 提出的聚块性指数^[3](m^*/m)研究该蚧种群空间格局的形成过程、动态机制及各个时期上、中、下 3 层树冠 m^*/m 的时序变化(表 2)。结果表明:不论蚧体在上层、中层或下层树冠,都明显地表现出前期高聚块。4 月下旬以前,该蚧的种群密度和聚集强度都较高;4 月下旬以后,聚集强度逐渐降低。虽然蚧体数量急剧增长,但由于新梢不断抽发、新叶伸展,以及黑缘红瓢虫等天敌的捕食作用,朝鲜球坚蚧种群总体呈扩散趋势。当其平均密度达到 4 头以上时,蚧体 m^*/m 的变化幅度很小,种群数量的迅速增长,主要引起其生境的相应扩张,而蚧体的聚集强度基本上是稳定的。总体趋势是上层树冠该蚧数量最多,其次是树冠中层,树冠下层最少,所以在防治和测报时应首先关注树冠上层。

表3 朝鲜球坚蚱空间分布的 Taylor 参数

Table 3 Taylor's indices of distribution of *Didesmococcus koreanus* (in 2003)

日期	上层树冠			中层树冠			下层树冠		
	lg a	b	r	lg a	b	r	lg a	b	r
03~10	0.170	0.749	0.783*	0.238	1.833	0.878*	0.784	1.270	0.733*
03~25	0.229	1.330	0.804*	0.089	1.283	0.931*	1.070	1.946	0.905*
04~09	0.196	1.303	0.771*	0.420	1.077	0.967*	0.839	1.409	0.834*
04~24	0.275	2.149	0.813*	0.107	1.247	0.918*	0.726	1.386	0.886*
05~09	0.235	1.064	0.791*	0.152	1.234	0.963*	0.471	1.102	0.813*
05~24	0.745	1.342	0.727*	0.424	1.064	0.886*	0.904	1.622	0.731*
06~08	0.325	1.993	0.814*	0.039	1.113	0.771*	1.002	1.955	0.936*
06~23	0.362	1.381	0.774*	0.699	1.279	0.887*	1.378	1.872	0.807*
07~08	0.668	1.988	0.815*	0.415	1.552	0.956*	0.715	1.951	0.843*
07~23	1.409	1.463	0.722*	0.745	1.300	0.941*	1.035	1.466	0.802*
08~07	1.341	1.455	0.895*	1.081	1.411	0.982*	1.079	1.949	0.902*
08~22	1.251	1.283	0.771*	1.083	1.288	0.976*	1.448	1.247	0.797*
09~06	0.605	1.041	0.867*	0.082	1.278	0.844*	0.824	1.941	0.905*
09~21	0.821	1.610	0.804*	0.092	1.267	0.885*	0.737	1.287	0.682*

注: *表示达 $P=0.01$ 极显著水平。

2.3 不同水平方向的空间格局

1) Iwao 的 m^*-m 回归法的测度结果。将表 4 中不同方向的 m 和 m^* 值分别代入 Iwao 给出的 $m^* = + m$ 模型得: 东侧树冠 $m^* = 2.31995 + 1.95734m$, $r = 0.9633^{**}$; 南侧树冠 $m^* = 2.21600 + 1.55028m$, $r = 0.8946^{**}$; 西侧树冠 $m^* = 2.10440 + 2.19854m$, $r = 0.9384^{**}$; 北侧树冠 $m^* = 2.06596 + 1.56855m$, $r = 0.9498^{**}$ 。上述模型中, > 0 , > 1 , 说明该蚱在不同方向上均以个体群的

形式存在, 个体群的分布为普通聚集型。个体群中个体的平均聚集度, 南侧略高于其他方向, 而北侧最低。其主要原因是该蚱较为喜欢温暖、阳光较充足的生态环境条件, 且该成虫产卵集中, 若虫孵化后大部分在附近固定, 故在阳光充足的南侧和上层树冠个体群平均聚集度和密度较大, 而阳光较少的下层和光照太暗的内部树冠个体群内的个体分布较松散, 密度较小。其次是由于食料等资源的分布和竞争, 朝鲜球坚蚱个体间相互排斥, 基本成分为个体群。

表4 朝鲜球坚蚱在不同方向上的平均密度 m 和平均聚集度 m^* Table 4 Average density and mean crowding of *Didesmococcus koreanus* in different direction (in 2003)

日期	东向树冠			南向树冠			西向树冠			北向树冠		
	m	m^*	m^*/m	m	m^*	m^*/m	m	m^*	m^*/m	m	m^*	m^*/m
03~10	0.73	2.43	3.31	0.68	3.64	5.40	4.51	12.22	2.71	1.43	2.53	1.77
03~25	0.93	4.73	5.11	0.59	2.66	4.54	5.22	23.61	4.53	1.20	3.59	3.00
04~09	0.82	7.21	8.84	0.35	2.55	7.36	5.85	31.61	5.40	0.62	2.75	4.42
04~24	0.92	8.46	9.15	0.92	10.33	11.27	3.52	21.19	6.02	0.92	2.43	2.63
05~09	1.22	3.32	2.73	0.63	2.86	4.57	8.87	17.88	2.02	1.05	1.57	1.50
05~24	1.25	2.52	2.01	0.92	2.32	2.53	9.62	17.87	1.86	0.74	1.35	1.83
06~08	1.65	2.04	1.24	0.54	1.33	2.49	6.24	15.47	2.48	0.98	1.61	1.64
06~23	8.18	19.40	2.37	0.80	1.90	2.39	11.06	19.37	1.75	0.72	1.32	1.84
07~08	7.36	15.69	2.13	0.65	1.41	2.19	6.02	12.42	2.60	1.20	1.83	1.53
07~23	7.83	19.45	2.49	0.81	1.46	1.81	3.43	5.80	1.69	0.98	1.49	1.52
08~07	10.28	23.63	2.30	0.68	1.17	1.71	4.02	6.06	1.51	1.08	1.78	1.65
08~22	9.66	20.49	2.12	0.64	1.01	1.59	5.02	7.54	1.50	5.48	6.41	1.17
09~06	9.28	20.28	2.19	0.92	1.33	1.45	4.84	7.49	1.55	4.42	5.20	1.18
09~21	7.86	15.87	2.02	0.65	0.80	1.20	2.80	4.39	1.57	5.96	6.94	1.16

2) 水平空间聚集度的时序变化分析。由表 4 可知该蚧在东、南、西、北部树冠 m^*/m 的时序变化, 其变化趋势与蚧体在不同高度树冠相似, 即前期呈高聚块, 4 月下旬以后聚集强度逐渐降低并趋于稳定, 且这个时期各方向的聚集度比较接近。

2.4 抽样数技术的确定

1) 理论抽样数。关于朝鲜球坚蚧梅园理论抽样数, 前人仅从密度依赖性方面考虑, 而未注意到随着发生时间的变化, 空间异质性变化对理论抽样数的

影响。把 Iwao m^*-m 回归式的参数、代入 Iwao-Kuno 提出理论抽样数公式: $n = t^2 / D^2 [(1 + 1) / m + 1]$ 中, 令 $t = 0.95, D = 0.2$, 经计算可得理论抽样数(表 5)。由表 5 可知, 各代次间的理论抽样数差异很大, 3 月初至 4 月初为 30~80 枝, 4 月下旬至 6 月初为 40~300 枝, 6 月下旬以后为 90~150 枝。不同时期虫口密度相近时理论抽样数却有一定的差距。根据该蚧空间分布的时序变化规律并从省工、省时、可行、准确方面考虑, 抽样数均宜在 100

表 5 梅园朝鲜球坚蚧不同时期的理论抽样数

Table 5 Theoretical sampling number of *Didesmococcus koreanus* during different periods in plum orchard (in 2003)

项目	日期													
	03-10	03-25	04-09	04-24	05-09	05-24	06-08	06-23	07-08	07-23	08-07	08-22	09-06	09-21
$m/$ (头/枝)	0.8	0.7	1.4	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	0.9	1.0	1.0
$N/$ 枝	82.3	36.2	23.0	34.4	202.2	286.5	40.8	80.8	88.4	96.1	103.7	111.4	126.7	142.0

注: m 为平均密度, N 为理论值。

枝以上。

2) 朝鲜球坚蚧的序贯抽样。

根据 Iwao 方法^[20]确定发生程度或防治指标的接收或拒绝公式为: $m = sm + h_0, r_m = sm + h_1$, 其中 m 为下限, 为确定未达到防治指标的界限。 r_m 为上限, 为确定已达到防治指标的界限。

$$S = \lg((1 - p_0) / (1 - p_1)) / (\lg(p_1 / p_0) - \lg((1 - p_1) / (1 - p_0)))$$

$$h_0 = \lg(/ (1 -)) / (\lg(p_1 / p_0) - \lg((1 - p_1) / (1 - p_0)))$$

$$h_1 = \lg((1 -) / \hat{d}) / (\lg(p_1 / p_0) - \lg((1 - p_1) / (1 - p_0)))$$

取防治指标的下限 $p_0 = 85\%$ (平均密度为 2.5 头/枝), 上限 $p_1 = 95\%$ (平均密度为 3.4 头/枝), 误判概率、 $= 0.05$, 经计算得: $m = 0.907m - 2.426; r_m = 0.907m + 2.426$ 。据此方程绘出有虫枝数 T_n 与抽样数 n 关系的 2 条平行线(图 1)。当抽样结果落入 2 条平行线之间时表示需继续抽样, 若 $T_n < m$ 表示不必防治, $T_n > r_m$ 则表示需立即防治。

3 结论与讨论

1) 笔者对梅园朝鲜球坚蚧空间分布动态规律的研究表明, 该蚧在梅树不同方位和冠层的枝条上, 以

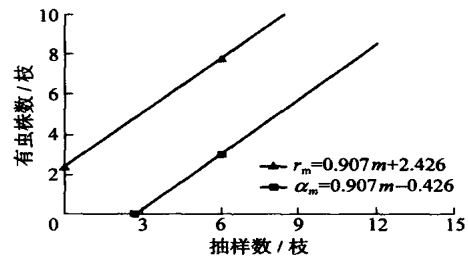


图 1 朝鲜球坚蚧的序贯抽样图

Fig. 1 Sequential sampling diagram of *Didesmococcus koreanus*

及所有密度下的空间格局均呈聚集分布, 其基本成分为个体群, 且个体间相互吸引。个体群随种群的扩散和密度的升高而增大。聚集强度在树冠的不同部位存在较大差异, 以上层和南面树冠的聚集度最高, 而下层和北面树冠的聚集度最低, 这种差异可能与该蚧的生物学特性和环境条件的异质性有关。空间分布格局的形成是昆虫行为特性和寄主植物种类、生育期、长势等诸多环境因子综合作用的结果, 有助于在格局变化动态的研究中揭示物种间的联系及物种对环境的适应性, 揭示物种适应环境变化的规律。一般来说, 特定昆虫特定时期具有特定的分布模式。例如朝鲜球坚蚧在不同方位和冠层的枝条上均属聚集分布, 由此推出聚集均数值均 > 2 , 这说明该蚧的聚集原因是由其本身生物学特性与外界特殊境因子(温度)异质性 2 种因素的共同作用, 且

在不同空间其聚集原因存在一定差异。只有清楚这些问题,才可能更全面地了解朝鲜球坚蚧与环境之间的互动机理,为测报调查和综合治理提出更为合理的序贯抽样方法、最适抽样数,以及确定是否需要采取防治措施。频次检验法、分布型指数法和回归模型法应用于空间格局分析具有各自优缺点,且可相互验证。频次检验法虽然能够给出精确的理论分布,但由于计算复杂,且有些理论分布,如负二项分布,由于参数使用的估值方法不同,影响到资料对该理论分布的适合程度,给资料代换、抽样技术带来不便;其次是信息损失太大,除了能说明种群系属某个理论分布外,对于种群中个体的行为及种群分布型的时间序列变化不能提供任何信息。因此,人们提出一些分布型指数法和回归模型法来研究种群空间特征,这些方法计算简便、可行,对数据的要求更低,尤其是优良的分布型指数因其所具有的6个特征而引人注目,且应用广泛。

2) 朝鲜球坚蚧在树冠的分布均为聚集分布,因此制定防治措施时,除在幼虫发生期喷洒化学农药外,应剪除受害严重的枝条集中到远离梅园处存放,这样既可防治朝鲜球坚蚧,又可保护其天敌。

3) 在梅园调查朝鲜球坚蚧的发生程度及是否达到防治指标时,在梅树有虫枝率达到100%前,可用有虫枝率估计其种群密度,而不必逐枝计数。当梅树有虫枝率低于85%时,可以不防治;超过85%时应该注意观察;超过95%时应立即防治。此时其种群数量即将进入急剧增长期,这时施药,可大大压低该蚧的虫口基数,避免其危害。

参 考 文 献

- [1] 丁岩钦. 昆虫数学生态学[M]. 北京:科学出版社, 1994:89-124
- [2] Liebhold A M. Geostastical analysis of *Gypsy moth* (Lepidoptera: Lymantriidae) egg mass populations[J]. *Environ Entomol*, 1991, 20(5):1407-1417
- [3] Lloyd M. Mean crowding[J]. *J Animal Ecol*, 1967, 1: 30-36
- [4] 徐汝梅. 昆虫种群生态学[M]. 北京:北京师范大学出版社, 1987:1-40
- [5] 于新文,刘晓云. 昆虫种群空间格局的研究方法评述[J]. *西北林学院学报*, 2001, 16(3):83-87
- [6] 赵志模,周新远. 生态学引论[M]. 重庆:重庆科学技术文献出版社, 1984:93-119
- [7] Kang Le. Dynamics of grasshopper communities under different grazing intensities in Inner Mongolia steppes[J]. *Entomolog in Sinica*, 1995, 2(3): 265-281
- [8] 黄保宏,邹运鼎,毕守东,等. 朝鲜球坚蚧及黑缘红瓢虫空间格局的地统计学研究[J]. *应用生态学报*, 2003, 14(3):413-417
- [9] 季荣,谢宝瑜,李哲,等. 基于GIS和GS的东亚飞蝗卵块空间格局的研究[J]. *昆虫学报*, 2006, 49(3):410-415
- [10] 冯今,秦冬梅,马隆喜. 草原蝗虫空间格局及其抽样技术的研究[J]. *草业学报*, 2004, 13(2):118-122
- [11] 陆永跃,梁广文,曾玲. 香蕉假茎象甲卵的空间格局研究[J]. *昆虫知识*, 2002, 39(3):203-205
- [12] 高书晶,庞保平,于洋. 麦田昆虫群落的结构与时序动态[J]. *生态学杂志*, 2004, 23(6):47-50
- [13] 栾丰刚,郑伟华,李芳,等. 吐鲁番地区葡萄斑叶蝉发生规律及种群空间分布型研究[J]. *昆虫学报*, 2006, 49(3):416-420
- [14] 张安盛,张思聪,刘凤华,等. 桃潜叶蛾在桃园的空间分布型和取样技术研究[J]. *华东昆虫学报*, 2004, 13(2):36-39
- [15] 梁光红,陈家骅. 切割潜蝇茧蜂空间分布型及其应用[J]. *中南林学院学报*, 2006, 26(2):47-50
- [16] 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[J]. *中国生态农业学报*, 2006, 14(3):157-159
- [17] 黄保宏. 梅树朝鲜球坚蚧的生物学特性[J]. *昆虫知识*, 2006, 43(1):108-111
- [18] 黄保宏,邹运鼎,毕守东,等. 梅园昆虫群落特性、动态及优势种生态位[J]. *应用生态学报*, 2005, 16(2): 307-312
- [19] 黄保宏,王从汉. 30%强力杀蚧防治梅园朝鲜球坚蚧试验[J]. *昆虫知识*, 2005, 42(5):575-577
- [20] Iwao S. An approach to the analyzing the aggregation pattern in biological population[J]. *Statist Ecol*, 1971(1):461-513