

东方蜜蜂采集空间分布的研究

SPATIAL DISTRIBUTION OF FORAGERS, *Apis cerana cerana*

关键词: 东方蜜蜂; 空间分布

Key words: *Apis cerana cerana*; Spatial distribution

中图分类号: Q969.557.7 文献标识码: A 文章编号: 0254- 5853(2000)02- 0173- 03

东方蜜蜂 (*Apis cerana cerana*) 是喜马拉雅山东部地区的土著蜂种, 是我国及东南亚周边国家人工饲养最悠久的蜂种。开发利用东方蜜蜂的授粉资源, 有利于促进山区生态系统可持续发展 (Partap 等, 1993; Cervancia, 1997)。近年来一些研究表明, 合理设置蜂场中蜂群之间的距离或农作区内蜂群的密度, 能够提高授粉的效果 (Joseph 等, 1985; Kevan 等, 1995)。但是, 东方蜜蜂的个体较小, 在花朵上停留的时间短, 在 1 min 内可采访 10~ 20 个花朵 (Panda 等, 1988); 采集飞行的速度快, 通常 1 次野外采集平均耗时为 10~ 15 min (Maim 等, 1989), 很难跟踪其整个飞行过程。因此, 有关东方蜜蜂采集分布的研究报道比较少。本文拟就东方蜜蜂采集野坝子 (*Elsholtzia rugulosa*) 为例, 初步探讨在不同方向上采集蜂的空间分布型及采集距离, 为合理利用云南冬季野坝子蜜源提供借鉴。

1 样地概况与研究方法

1.1 蜂场概况与花期特点 菖河蜂场位于云南省姚安县东北部山区, 北纬 $25^{\circ}24'$ ~ $25^{\circ}54'$, 东经 $100^{\circ}56'$ ~ $101^{\circ}34'$, 海拔 2 290~ 2 520 m, 气候温和, 年均气温 15.3°C , 降雨为 800 mm 以上。试验选择在第一分场进行, 蜂场依山而建, 山脉东西走向, 背北朝南。试验期 (1997- 11- 01~ 12- 27) 旱季少雨, 日最低气温 2.9°C , 日最高气温 17.6°C , 西南风, 平均风速 3 m/s。冬季蜜源充足, 以野坝子为主的多种唇形花科蜜源植物在此期间开花, 花期长达 2 个多月 (10 月中旬~ 12 月中旬)。在西向和南向, 蜂场与冬闲耕地相连, 野坝子分布零星; 在东向和北向, 野坝子连片分布, 而且比较均匀。该蜂场共饲养东方蜜蜂 34 群, 在蜂场周围 2.0 km 范围内, 没有其他蜂场, 也未观察到野生东方蜜蜂。

1.2 调查取样方法 布样前在蜂场周围进行踏查, 初步估计在东、南、西、北 4 个方向上采集蜂可能的采集较远点。以蜂场为中心, 沿东、南、西、北 4 个方向每隔 50 m 取 1 个圆形样方, 圆形样方的半径为 1 m。根据地势并结合踏查结果, 各方向上样方个数和观测人员数分别为: 东向 15,

3; 南向 9, 2; 西向 8, 2; 北向 13, 3, 即每个观测人员负责 4~ 5 个样方。观测在上午 9: 00~ 12: 00 之间蜂群出巢频次比较高而且稳定的时间进行, 每隔 30 min 观测 1 次, 记录 5 min 内来此样方的采集蜂数和经过样方上空未载蜜粉出巢蜂数 (飞行时离地面较高, 飞行方向是背向蜂场)。连续观测 5 d, 为减少不同样方观测误差, 选择 9: 30~ 10: 00, 10: 30~ 11: 00, 11: 30~ 12: 00 三次各样方的观测值作为分析用。

1.3 空间分布型和采集距离的分析方法 ①空间分布型的分析方法: 频次分布拟合是依据方向对 45 个样方的观测结果进行分级处理, 即观测结果为“0”的属于“0”级, 观测结果为“1”的属于“1”级, ……。对于某级的样方数小于 5 时, 归并到上一级, 然后用泊松分布、负二项分布、奈曼 A 型分布理论分布型公式进行拟合, 并用 χ^2 值检验 (取 $\alpha = 0.05$)。聚集度采用 David & Moore (1954) 聚集指标 I 、Lloyd (1967) 聚集度 M^*/m 、Iwao (1968) 回归式、Cassie & Kuno (1968) 指数 C_A 、Taylor (1978) 幂法则。②采集范围的分析方法: 依据连续 5 d 日 3 次共 15 个数据的平均值来估计经过各方向样圆上空的飞行蜂数。运用“3S”原则 (拉伊达法) 对估计值进行预处理, 剔除异常值, 并作正态分布适合性检验。根据试验变异函数公式计算离散样圆的变异函数值, 采用指数模型进行拟合。

2 结果与分析

2.1 各方向采集蜂空间分布与聚集指标

根据 45 个固定样方重复 15 次的观测结果, 对东、南、西、北 4 个方向和整个蜂场全方位采集蜂的空间分布进行拟合, 结果见表 1。

由此可见, 采集蜂在 4 个方向和整个蜂场均不符合 Poisson 分布; 在整个蜂场内采集的空间分布符合 Neyman-A 型分布, 但在各个方向上都不符合 Neyman-A 型分布, 只是 S、W 向符合该种分布。据此, 认为采集蜂在 4 个方向上符合负二项分布, 而总体上符合 Neyman-A 型分布。

聚集指标的测定结果见表 2。

采集蜂在 4 个方向和整个蜂场中 I 值、 C_A 值均大于 0,

表 1 调查结果与分布型
Table 1 The result of investigation and the spatial distribution pattern

方向 (direction)	取样数 (sampling No.)	样方内采集蜂数 (foragers' No. in sampling)		经过样方飞行蜂数 (foragers' No. over sampling)		Poisson distribution	Neyman-A distribution	Negative binomial distribution
		均数 (mean)	方差 (variance)	均数 (mean)	方差 (variance)			
东向 (east)	205(15×3×5)	1.8000	5.6000	180.6667	16 630.5200	不符合 ^①	不符合	符合
南向 (south)	135(9×3×5)	1.6667	2.2278	180.2500	21 545.6429	不符合	符合 ^②	符合
西向 (west)	120(8×3×5)	1.3750	1.6965	142.6250	12 386.8393	不符合	符合	符合
北向 (north)	195(13×3×5)	1.1547	2.1437	193.6923	14 128.7300	不符合	不符合	符合
全方位 (all directions)	675	1.2889	3.1197			不符合	符合	不符合

①disobedience; ②obedience.

表 2 聚集指标的测定
Table 2 The determination of the contagious index

方向 (direction)	<i>I</i>	<i>C_A</i>	<i>M[*] / x</i>	<i>α</i>	<i>β</i>	log <i>a</i>	<i>b</i>
东向 (east)	2.1111	1.1728	1.1748	0.3751	1.2216	0.2735	1.0637
南向 (south)	0.3306	0.2020	1.2100	0.3086	1.0511	0.1136	1.2549
西向 (west)	0.2338	0.1700	1.2083	0.1946	1.0924	0.0799	1.4123
北向 (north)	0.8564	0.7418	1.7415	0.3199	1.1147	0.1986	1.0245
全方位 (all directions)	1.5764	1.1020	1.7042	0.5451	1.0400	0.1056	1.1872

而 M^*/x 值均大于 1, 所以均为聚集分布。东、北向聚集强度比南、西向大。所有的 α 均大于 0, β 均大于 1, 说明采集蜂的个体之间相互吸引, 存着个体群。log a 均大于 0, b 均大于 1, 表明采集在任何密度下都是聚集的, 且聚集强度随种群密度的升高而增加。

2.2 四个方向上采集分布的范围

用固定的 45 个样圆 5 d 共 15 个数据的平均值来估算经过各样圆上空的采集飞行蜂数, 经过平方根变换后的数据服从正态分布, 各向变异函数计算结果见图 1。

对采集飞行蜂的观测是了解蜂群采集分布范围一个比较直接而客观的方法。从图中可以看到, 采集蜂分布范围具有十分明显的方向性, 在东、北向, 试验变异函数随距离 h 的增加, 其变化的速度比较小, 即该方向上采集分布的相关性比较好, 相应的分布范围比较大; 在东向 500 m 后, 变异函数值比较大, 说明采集蜂分布范围约在离巢 500 m; 而北向变异函数变化有所不同, 在 500 m 以后, 变异函

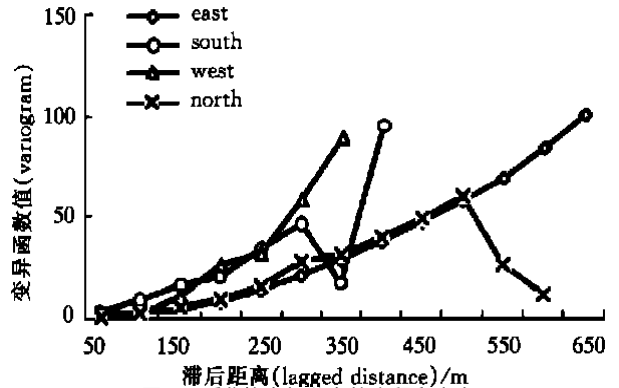


Fig. 1 The variogram and the directional feature of the foragers' spatial distribution

数值逐渐下降, 相关性反而加强, 采集蜂数有增加的趋势, 分布范围相对大一些, 约在离巢 600 m 处。在西、南向采集蜂分布的变异函数上升比较快, 即在西向 250 m 范围内和南向 350 m 范围内相关性比较好, 该范围是采集蜂的主要活动分布区。

对采集蜂在东、南、西、北 4 个方向上变异函数变化用指数模型拟合, 理论变异函数的参数见表 3。表中 C_0 反映了在各个方向上采集蜂数量, B 反映了变异函数的变异程度, k 说明相关范围的大小。

由表 3 可知, 采集分布倾向于东、北向, 而在西向的倾向性比较小; 相关性程度较高的是东向, 图 1 也反映出这种情况, 且在北、西这 2 个方向上, 变异函数值并非逐渐上升, 而是在到达一定距离后, 变异函数开始变小, 从而该方向上总体的变异比较大; 西、南向在比较小的范围内相关, 理论拟合最大范围 k 值在 500 m 以下。从总体上来看, 东、北向的相关范围比较好, k 值比较大, 最大范围理论值超过 1000 m。从本次研究的蜂场概况来看, 该蜂场傍山而建, 山脉是自西向东的走向, 蜂场背北朝南, 南北向坡度较陡, 在西、南向是大片冬闲耕地与山野相连, 野坝子分布零星, 以及云南多西南风等因素, 是造成采集蜂在西向和南向这 2 个方向上采集范围稍小的重要原因。相对而言, 这些因素在东向和北向的作用较小, 例如, 在北向虽然

表 3 理论变异函数指数模型拟合参数
Table 3 Parameters of index model of the theoretic variogram

方向 (direction)	<i>C₀</i>	<i>B</i>	<i>k</i>
东 (east)	23.6779	92.2054	1 565.7776
南 (south)	20.1576	67.3966	441.2787
西 (west)	18.9254	48.3612	425.8588
北 (north)	19.0257	72.8138	1 026.8538

坡度较大, 但是蜜源植物比较多而且连片, 采集分布范围稍远, 离巢约为 600 m。

3 讨 论

3.1 在蜂场全方位上, 采集蜂的分布符合奈曼 A 型分布, 说明东方蜜蜂在野外采集时存在着个体群, 而且个体群之间以及个体群内部的个体之间是均匀分布的。 C_0 值反映出采集蜂在 4 个方向上分布的数量差异不大, 在 4 个方向第 1 个样圆 (离巢 50 m) 的观测值分别为 493、468、347、457。在东、南、西、北 4 个方向上, 采集蜂的分布符合负二项分布, 说明采集蜂在 4 个方向上均为集群分布。从 B 值看, 采集蜂的聚集强度都是随着分布密度的增加而增加, 个体之间相互吸引, 有强的趋同行为。据此, 可以认为 4 个方向之间, 采集蜂的分布是彼此独立的; 在 4 个方向上, 采集蜂的分布又是相互吸引的。这种分布格局的形成是由于环境因素所致还是采集蜂本身固有的生活习性所为, 尚无比较好的方法予以判定, 很可能与采集蜂以太阳确定食源方位有关, 蜂群定位本能和行为趋同可能是这种分布格局形成的原因。从这个意义上讲, 蜂授粉蜂群的“+”形摆布可能有利于蜜蜂采集。

3.2 印度学者 Punchihewa 等 (1985) 通过观测采集蜂的蜂舞速度与采集蜜源的距离, 认为东方蜜蜂采集飞行距离很少超过 500 m。杨冠煌 (1987) 在蜂场周围缺少蜜源的情况下, 观测到东方蜜蜂采集的最远距离为 1.5 km。刘方邻等 (1998) 在外界相对缺少大宗蜜源的情况下, 用定点饲喂的

方法诱测东方蜜蜂采集距离, 最大测定值为 2.0 km。从此次拟合理论变异函数的结果表明, 最大理论范围是在 E 向离巢 1565 m 处, 实际观测采集蜂的分布范围约为离巢 500 m。由此可见, 东方蜜蜂采集距离一般在离场较远处约 500 m, 采集距离较远处约为离巢 1500~2000 m。自然观测结果与试验诱测和理论拟合结果的差异说明了影响东方蜜蜂采集距离的因素比较多而且复杂, 正如前述的蜂场地形地势、风向风速、蜜源植物分布概况等因素的综合作用。因此, 在东方蜜蜂给农作物授粉时, 选择蜂箱的地点应考虑农作物开花特点和农作区的地形地势等因素。

3.3 采集蜂的空间分布结构比较复杂, 在 250 m 范围内, 4 个方向上变异函数基本重合, 表明有很好的空间结构。但在此范围外, 变异函数变化出现不规则, 主要表现在 3 个方面: ①采集距离在各个方向上不同, 存在远近差异; ②在各个方向上, 采集蜂数量随离场距离增加而减少的速度存在快慢差异, 变化的形式有渐变和突变不同; ③各个方向采集蜂聚集的强度及其随采集蜂分布密度变化的速度也不同, 以致采集蜂的空间分布结构比较差。空间结构的复杂性是否与采集蜂飞行搜索路径以及蜜粉植物分布有关, 目前还不清楚。因此, 尚需深入研究采集蜂的空间结构性, 探讨采集蜂搜索路径与农作区作物布局的关系, 为利用蜜蜂给作物授粉地区改良耕作制度和多种作物间作轮作的布局提供依据, 也可以帮助理解蜂群的自组织行为。

致 谢 本文是在导师何大愚副研究员、匡邦郁教授指导下完成, 葛河村公所诸同志帮助进行野外调查, 特此致谢。

参 考 文 献

- 刘方邻, 匡海鸥, 张学文等, 1998. 东方蜜蜂采集行为初步观察[J]. 云南农业大学学报, 13(4): 407~410. [Lü F L, Kuang H O, Zhang X W *et al*, 1998. Preliminary observation on the foraging behavior of east honey bee (*Apis cerana* Fabr.). *Journal of Yunnan Agricultural University*, 13(4): 407~410.]
- 杨冠煌, 1987. 中华蜜蜂的活动和行为[J]. 蜜蜂杂志, 27(1): 9~12. [Yang G H, 1987. The activities and behavior of Chinese honeybee (*Apis cerana*). *Journal of Honeybee*, 27(1): 9~12.]
- Cervancia C R, 1997. Trends in apiculture and pollination biology in Philippines[J]. *Honeybee Science*, 18(1): 29~35.
- Joseph D, Mohandas N, 1985. Role of honeybees in the pollination of cardamom[J]. *Indian Bee Journal*, 47(1): 12~13.
- Kevan P G, Ponchihewa R W K, Greco C F, 1995. Foraging range for *Apis cerana* and its implication for honey production and apary management[A]. In: Kevan P G. The Asian hive bee: apiculture, biology and role in sustainable development in tropical and subtropical Asia[M]. Cambridge: Canada, Enviroquest Ltd. 223~228.
- Maim M, Bish D S, 1989. Fidelity and time spent on flowers by *Apis cerana* F. foragers[J]. *Indian Journal of Entomology*, 51(2): 222~223.
- Panda P, Sontakke B K, Sarangi P K, 1988. Preliminary studies on the effect of bee (*Apis cerana indica* Fabr.) pollination on yield of sesame and Niger[J]. *Indian Bee Journal*, 50(3): 63~64.
- Partap V, Verma L R, 1993. Pollination of vegetable crops using the Asian honeybee, *Apis cerana*, in the Kathmandu valley, Nepal[A]. In: International Union for the Study of Social Insects, Indian Chapter. Pollination in tropics: proceedings of the international symposium on pollination in tropics, August 8~13, Bungler, India[C]. 184~186.
- Punchihewa R W K, Koeniger N, Kevan P G *et al*, 1985. Observation on the dance communication and natural foraging ranges of *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis florea* in Sri Lanka[J]. *Journal of Apiculture Reviews*, 24(3): 168~175.

刘方邻

LIU Fang-lin

(中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部 昆明 650223)

(Xishuangbanna Tropics Botanic Garden, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

张学文

ZHANG Xue-wen

(云南省农业科学院蚕蜂研究所 蒙自 661101)

(Silk Worm and Honeybee Research Institute, Yunnan Academy of Agriculture Science, Mengzi 661101)