

中国东方蜜蜂的形态学及生物地理学研究

谭 垦, 张 炫, 和绍禹, 周丹银
(云南农业大学东方蜜蜂研究所, 云南 昆明 650201)

摘要: 用形态学研究方法对中国的东方蜜蜂(*Apis cerana*)的形态特征进行研究。东方蜜蜂的标本从中国大陆的34个样点采集而来, 这些样点代表了东方蜜蜂在中国大陆不同气候带或地理区域分布的不同类型。34个点共采集了220群蜜蜂的样, 每群蜂测定分析15只工蜂, 形态的测定特征参照 Ruttner 1988年提出的测定标准进行。每只蜂总共有38个测定的形态特征。测定的性状特征的数据进行因素分析, 集合分析和区辨分析; 形态性状与生态环境因子相关性分析; 并与周边国家东方蜜蜂的相关数据进行比较, 发现: 生活在吉林长白山温带阔叶林的东方蜜蜂个体较大、体色较黑, 与日本、韩国的东方蜜蜂较为相似; 来自亚热带常绿阔叶林的东方蜜蜂(甘肃天水、湖北和湖南)与云南北部、北京、尼泊尔的东方蜜蜂聚集为一类; 而居住在南方热带季雨林如: 福建、广东、广西和云南部分南方的东方蜜蜂与低海拔亚热带常绿阔叶林的东方蜜蜂(越南、中国四川和安徽黄山)聚集为另一类; 云南南方如: 景洪、思茅、河口、镇康、元江、屏边、蒙自草坝和开远的东方蜜蜂形成独特的一个分枝, 与泰国和缅甸的东方蜜蜂非常接近, 同时与亚热带常绿阔叶林的东方蜜蜂相邻; 值得关注的是, 来自高寒湿地的东方蜜蜂(甘肃岷县)是目前在亚洲已经发现的东方蜜蜂中, 其个体最大、颜色最深。在因素分析和集合分析里, 它具有独特的位置。

关键词: 中国; 东方蜜蜂; 形态学; 生物地理学

中图分类号: S 891 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X(2005)03-0410-05

Morphology and Biogeography of *Apis cerana* (Fabr.) in the China

TAN Ken, ZHANG Xuan, HE Shao-yu, ZHOU Dan-yin
(Eastern Bee Research Institute of Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: The morphological features of *Apis cerana* Fabr. in China was studied using morphometrical methods. Samples of *A. cerana* were collected from feral colonies or semi domestic colonies in 34 locations of China mainland, covering the main ecological regions. 38 standard morphometric characters recommended by Ruttner et al. (1988) were measured. The data were statistically analysed by factor analysis, discriminant analysis and cluster analysis and compared to samples from the Oberursel data bank from Yunnan(China), Beijing(China), Japan, Korea, Thailand, India, Myanmar, Vietnam and Nepal. The result showed a high degree of variation, which correlated to geographical parameters or ecological factors. Bees from the north(Jiling), the temperate deciduous broad-leaved forest region were clearly larger and darker, and showed similarity to data bank samples from Japan and Korea; Bees from subtropical evergreen broad-leaved forest ecological zone(Gangsu, Hubei and Hunan) clustered with Northern Yunnan, Beijing, Nepal; Whereas bees from the southern tropical seasonal rain forest region or low altitude subtropical evergreen broad-leaved forest ecological areas (Fujian, Guangdong, Guangxi,) clustered with some south Yunnan bees and Vietnam, Sichuan and Huangshan also joined this group; Bees from south Yunnan (Yuanjiang, Simao, Jianghong,

收稿日期: 2004-09-30

作者简介: 谭垦(1962-), 男, 江西南昌人, 博士, 副教授, 主要从事蜜蜂生物学研究工作。

Kaiyuan, Hekou, Caoba, Zengkang) formed a distinct group though some were placed close to Thailand/ Myanmar with close relations to the subtropical evergreen broad-leaved ecological zone. The bees from Qingzang plateau, on the fringe of high-cold meadow and steppe region in Gangshu province (Gangshu 2) has the biggest body size and the most dark and hairy within all the Asia *A. cerana* bees (in date bank of Oberursel), in the factor and cluster analysis, it is unique.

Key words: China; *A. cerana*; morphology; biogeography

中国地域辽阔,960多万 km²的土地被分为8个植被区:寒带常绿叶林区,温带阔叶林区,亚热带常绿阔叶林区,热带季雨林区,温带草原区,温带荒漠区,高寒湿地和高寒荒漠区。除温带荒漠区和高寒荒漠区外,约200多万群东方蜜蜂分布在上述地区。

在中国,对东方蜜蜂的形态学研究及行为多样性研究已有不同的研究方法。从1975年开始,中国发起了在全国大范围内对东方蜜蜂的资源调查,总计共收集了全国222个点的样,测定的工蜂形态及行为特征从3个至20个不等,其中也包括蜂群的经济性状,取得了不少成就,几乎所有的调查结果均发表在中国养蜂学的文献上,如《中国养蜂》、《蜜蜂杂志》、《养蜂科技》、《湖北养蜂》等等。根据这些文献分析,中国的东方蜜蜂大体可分为5个地理类型,包括海南地理类型、云南南部地理类型、西藏地理类型、东部地理类型和阿坝地理类型。

杨冠煌在1985年发表在《中国养蜂》3~6期“中华蜜蜂资源调查”中比较了中国植被区系与东方蜜蜂分布的关系,他发现东方蜜蜂主要分布在温带落叶阔叶林,亚热带常绿阔叶林、热带季雨林和南方部分干旷草原区域。而在温带荒漠地区或高寒草原及干旷草原地区没有发现东方蜜蜂。从杨冠煌绘制的东方蜜蜂分布图上可以看到,年降雨量在380 mm线以下或西部不能从事农业生产的荒原是东方蜜蜂分布的边界。他把中国的蜜蜂分为7个生态型,棕榈树林生态型、海南高山生态型、广东—广西生态型、云南高原生态型、北部生态型和长白山生态型。

遗憾的是,由于这些出版资料上的数据不完整,没有使用数据处理方法进行分析,其中最常见形态测定特征仅包括喙长、前翅长和翅脉角,所以这些研究结果没有引起国际学术界的重视(PENG, 1988)。

该研究参照RUTTNER 1988年提出的测定标准进行。每只蜂总共有38个测定的形态特征。测

定的性状特征的数据进行因素分析,集合分析和区辨分析;形态性状与生态环境因子相关性分析;并与周边国家东方蜜蜂的相关数据进行比较,从而探索中国东方蜜蜂的形态分类学地位和其生物地理学。

1 材料和方法

蜜蜂样采集范围覆盖中国东方蜜蜂分布的大部分地区,共有34个采集样点,它们分别代表不同的气候类型及海拔高度,海拔高度从100~2700 m不等。蜜蜂主要从自然巢房及半人工饲养的巢房(如树桶蜂巢、墙洞蜂巢和活框蜂箱内采集,由于中国境内的东方蜜蜂蜂群很少转地饲养,所以采集的蜜蜂样基本上是长期以来一直被固定生活在当地环境中的东方蜜蜂,从26个点共采集了200群蜜蜂的样,大部分点均是一个点共采10群蜂的样,有的点2~7群蜂的样不等。每群蜂均采30只工蜂,放入75%的酒精杀死并浸泡保存。

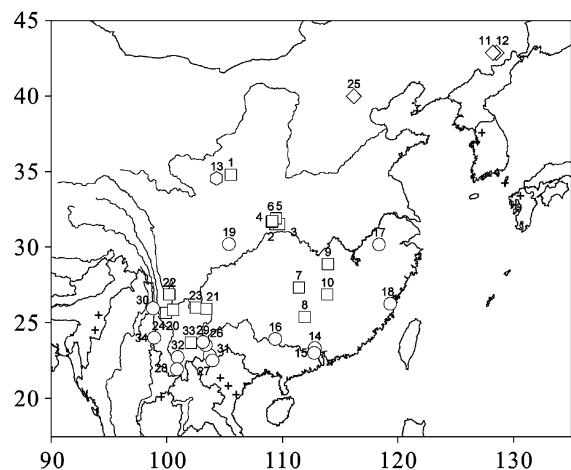


图1 中国东方蜜蜂样采集图
Fig. 1 Sample locations in China

从220群蜜蜂的样中选出有代表性的52群蜜蜂进行测定分析,每群蜂测定分析15只工蜂,形态的测定特征参照RUTTNER 1988年提出的测定标

准进行。每只蜂总共有 38 个测定的形态特征。

首先把 15 个蜜蜂个体依次用探针固定在用培养皿装载的蜡盘上,培养皿里同时盛有 75% 的酒精液,取出蜜蜂分离其头部和躯干,右前翅和后翅剥下放在载玻片上,再用一块载玻片压平,然后用透明胶带固定载玻片两侧,等待下一步直接放在电脑—影像测定仪上进行 12 个前翅翅脉角,前翅长和前翅宽等特征进行测定。

蜜蜂右后腿从躯干分离后展开放入载玻片上已涂有的阿拉伯透明胶液里,再用另一块载玻片压上固定,用上面提到的方法对后足的胫节,股节跗节的长度和宽度进行测定。

蜜蜂的第 2,3,4 背板剥离后粘附在涂有阿拉伯胶的玻璃试管上,再用透明胶带固定。用立体解剖显微镜对其色度和第 3,4 背板的宽度进行测定,色度的测定参照色度板(RUTNER 1988 年提出)。

第 3 腹片和第 6 腹片剥下后用品红染色,漂净后放入涂有阿拉伯胶的载玻片上,用另一载玻片压上固定,同样用电脑—影像测定仪进行测定。测定的特征有第 3 胶片的长度,蜡镜的长度,斜长和两蜡镜间的宽度;第 6 腹片的长度和宽度。

其余的形态特征,如小盾片的色度,喙的色度,后翅钩数均用解剖显微镜测定。

用 SPSS 软件 8.00 版本对所有数据进行因素分析,区辨分析和集合分析。其它样的数据从德国法兰克福大学蜜蜂研究所的数据库里的同时调出也纳入因素分析之列。这些数据包括来自北京、缅甸、日本、韩国、尼泊尔、泰国、越南和印度的东方蜜蜂样形态测定,因素分析可揭示不同地点的样其形态学特征以及它们之间的相互关系。区辨分析是为了进一步证实因素分析得到的结论。聚类分析则可以测定不同的样相互之间的形态学关系及其形态学距离。相关分析法分析不同样点的样其形态特征与其生态环境中的不同生态因子如海拔高度、经度、纬度、年均气温和降雨量的关系。

2 结果

14 个不同样点 26 群蜜蜂样的主要成份分析 (PCA)中,从 38 个形态性状特征里共提出 3 个等征值高的因素(>4)第 1 个因素(factor 1)包括了数据里共 37.6% 的变异,这些数据主要与体型大小相关,它们主要是前翅长和宽、跗节长和宽、胫节长、股节长、背板 3,4 宽、腹片 6 长、绒毛长、覆毛长、蜡

镜长、绒毛上的黑带的宽度,小盾片的色素度以及翅脉角 L13;第 2 因素(factor 2)包括了数据里共 17.7% 的变异,这些数据主要是蜡镜的宽度、第 6 腹片的宽度、蜡镜间的距离,喙 2 的色素度;第 3 因素主要包括背板 2,3,4 的色素度,腹片 3 长和绒毛长,它们包括了 9.8% 的数据变异。上述所有因素包括了 54.5% 的变异数据。

从图 2 因素分析可以看出,亚洲的东方蜜蜂可以分为 4 个主要的类群,日本、韩国和中国吉林的东方蜜蜂聚为一个类群,该类群的蜜蜂个体大,颜色深;马来西亚、泰国、缅甸和印度北部的蜜蜂很接近,它们聚为另一个类群,该类群的个体最小;云南南部如:景洪、思茅、河口、镇康、元江、屏边、蒙自草坝和开远的东方蜜蜂由于特殊的第 3 因素等征值而形成独特的一个类群;最后一个类群由湖北、湖南、甘肃 1(甘肃天水)、云南北部、北京和尼泊尔等地的蜜蜂组成。

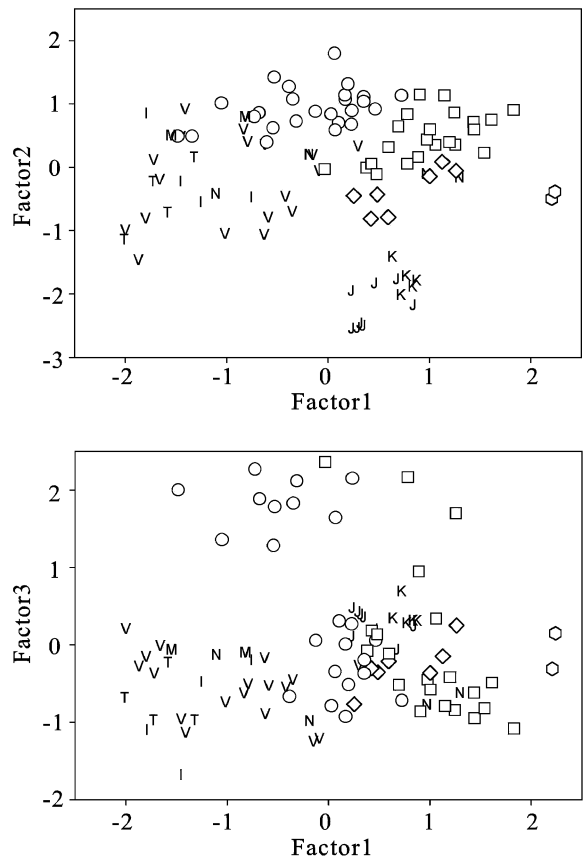


图 2 东方蜜蜂的因数1-因素2, 因素1-因素3分析图
Fig.2 Graphic of factor 1-factor 2 and factor 1-factor 3

在图 3 的聚类分析里,亚洲的东方蜜蜂被分为 7 个组群,第 1 个组群由云南南方如:景洪、思茅、

河口、镇康、元江、屏边、蒙自草坝和开远的东方蜜蜂组成;第2个组群由来自亚热带常绿阔叶林的东方蜜蜂(甘肃天水、湖北和湖南)与云南北部丽江、宾川和漾濞的东方蜜蜂组成;广东、广西、福建、四川盆地和安徽黄山的东方蜜蜂组成第3个组群,云南的泸水和屏边也加入了这个组群;第4个组群由来自北京、尼泊尔和越南北部山区的东方蜜蜂组成,云南北部的会泽、绿劝的蜜蜂形成第5个组群;吉林的蜜蜂加入到了由日本和韩国形成的第6个组群;来自高寒湿地甘肃2(甘肃岷县)的东方蜜蜂独自成为一个独特的分支,为第7组群。

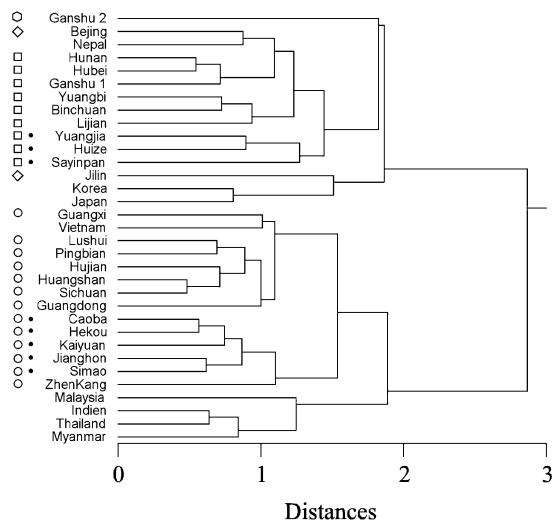


图3 东方蜜蜂的聚类分析图
Fig. 3 Graphic of cluster analysis

在区辨分析里,如果把中国的东方蜜蜂人为分为北方温带阔叶林组,华中亚热带常绿阔叶林组,南方热带季雨林组和云南热带雨林及亚热带季雨林组,上述地区36群蜂除两群外,其余34群蜂(94.4%)的蜂群被正确分回原组。如果再把亚洲其它地区的71群蜂强行分入这四个组,其中有37群(52.1%)落入云南热带雨林及亚热带季雨林组,它们分别来自云南其它地区(8群)、泰国(8群)、越南(9群)和印度(3群);14群(19.7%)落入华中亚热带常绿阔叶林组,它们分别来自北京(4群)、湖北(3群)、甘肃(4群)、尼泊尔(1群)、越南(1群)和云南(1群);9群(12.7%)落入南方热带季雨林组,它们分别来自越南(7群)和马来西亚(2群);11群(15.5%)落入南方热带季雨林组,它们大多数来自日本(8群),其余分别来自尼泊尔(1群)、越南(1群)和云南(1群)。

中国东方蜜蜂的38个形态特征中有13个形态特征同时与海拔高度、降雨量、年均气温和纬度4个环境因子相关系数显著($P < 0.05$),关于其中在18个与形状大小的形态特征中就有13个形态特征(前翅长、前翅宽、跗节长、跗节宽、胫节长、股节长、背板3,4长、腹板长、绒毛长、覆毛长和蜡镜长)同时与这些生态因子相关。另外,还有许多形态特征同时与海拔高度、纬度两个生态因子显著相关。这些反映出,随着海拔高度的增加,纬度的北移,中国的东方蜜蜂个体显现出个体变大,体色变深的趋势。

中国东方蜜蜂形态学特征因素1,因素2和因素3与生态环境因子海拔高度、气温、雨量、经度和纬度的变化的相关性进行回归线性分析,发现因素1与高度和纬度明显正相关,相关系数分别是 $r = 0.677$ 和 $r = 0.637$, $P < 0.0005$;与气温、雨量明显负相关,相关系数分别为 $r = -0.666$ 和 $r = -0.550$, $P < 0.0005$;因素2和因素3与这些生态环境因子变化的相关性不显著($P > 0.05$)。

3 讨论

形态学研究表明,中国东方蜜蜂种群内遗传变异丰富,个体大小的形态特征和体色均有很大的变异性,它们与海拔高度和纬度的相关性非常显著,变异分析显示:在高海拔、高纬度较冷地区的东方蜜蜂相对低海拔、气温较高地区的蜜蜂来说,其体型较大,颜色也较深。环境因子对蜜蜂形态特征的影响在这里就非常明显。VERMA(1996)在研究印度东方蜜蜂的地理形态趋化,ERIEDRICH RUT-TNER(1988)和STETAN FUCH(2000)研究北纬 36° 西方蜜蜂的自然地理形态趋化,以及TAN KEN,STEFAN(2003)研究中国云南东方蜜蜂形态学和生物地理学时,也曾得出了相同的结论。

在因素分析和聚类分析里,云南的东方蜜蜂仍然被分为云南北方组群和云南南方组群(K. TAN, F. STEFAN, 2002),同时形成的组群还有:日本和韩国形成的组群;马来西亚、泰国、缅甸和印度北部的蜜蜂聚成的组群;华南蜜蜂形成的组群;华中蜜蜂形成的组群;西北蜜蜂形成的组群。可以看出,这些蜜蜂组群与它们的生态环境类型紧密关联。

区辨分析显示,云南南方的东方蜜蜂还是被分配到了原来的云南南方组群,但是云南北方的东方蜜蜂却分别被重新分配到中国北方组群,华中组群

和西北组群,这再次支持了 TAN KEN, STEFAN (2003)提出的论点,即,云南东方蜜蜂种群内遗传变异丰富,种群中许多形态性状特征表现出较明显的地理变异性;云南地区是亚洲东方蜜蜂分布的“交混区”和“分化区”,是亚洲东方蜜蜂从南到北分布的中间过渡带区域。

随着越来越多不同区域的东方蜜蜂被深入、系统的研究,东方蜜蜂亚种分化的形势也逐渐趋于明朗。

亚种分化是同生态环境紧密相关的,原来吉林的蜜蜂被分为中蜂亚种(*Apis cerana cerana*),但通过因素分析、聚类分析和区辨分析显示,该地的蜜蜂应属于日本亚种(*Apis cerana japonica*);云南西北部的东方蜜蜂,原被分为喜马拉雅亚种(*Apis cerana himalaya*),通过上述 3 个分析认为,它们更为接近华中来自亚热带常绿阔叶林的中蜂亚种(*Apis cerana cerana*)。

来自海拔为 2 700 m 中国西部青藏高原的蜜蜂,在 21 个与体形大小有关的形态特征测定里,均为最大值,是目前在亚洲已经发现的东方蜜蜂中,其个体最大、颜色最深。在聚类分析里与其它蜜蜂分开,形成独特的一个分枝。

四川安岳和安徽黄山的东方蜜蜂原生活在亚热带常绿阔叶林地区,但在上述 3 个研究分析里却落入南方热带季雨林组,原因是由于这些标本采自于当地海拔较低的山脚,该地的生态环境与南方热带季雨林的生态环境很相似所致;云南北部的蜜蜂,虽然从地理位置上远离湖北、湖南和甘肃等地,但由于它们均采于生态环境很相似的山区,所以它们的形态特征很接近,该研究与 MARINA D. MEXINER(2000)研究肯尼亚当地分布在平原与山地的蜜蜂亚种所得到的结果非常相似。

[参考文献]

- [1] 谭昱,张炫.云南东方蜜蜂形态学研究[J].蜜蜂杂志,2002,(6):3-4.
- [2] 谭昱,和绍禹.云南东方蜜蜂形态特征与环境因子相关性研究[J].蜜蜂杂志,2002,(3):3-4.
- [3] CHENG Yao-chun. Apiculture in China[M]. China Agricultural Publication, 1993.
- [4] HEPBURN H R, SMITH D R, RADLOFF S E, et al. Intraspecific categories of *Apis cerana*: morphometric, allozymal and mtDNA diversity[J]. Apidologie, 2001, 32: 3-24.
- [5] HEPBURN H R, RADLOFF S E, OGHIAKE S. Mountain bees of Africa[J]. Apidologie, 2000, 31:205-221.
- [6] LI Shao-wen. A comparative study of esterase isoenzymes in 6 species of *Apis* and 9 genera of Apoidea[J]. Journal of Apicultural Research, 1985, 25: 3-7.
- [7] MEIXNER M. Analyse polymorpher Subspecies von *A. mellifera* L.: Morphometrische und molekulare Untersuchungen an den europäischen Rassen *mellifera carnica* und *ligustica* und den afrikanischen Rassen *mellifera monticola* und *scutellata*, PhD thesis[M]. Fachbereich Biologie der J. W. Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Germany, 1994.
- [8] PENG Y S, NASR M E, LOCKE S J. Geographical races of *Apis cerana* Fabricius in China and their distribution[J]. Review of recent Chinese publications and a preliminary statistical analysis, Apidologie, 1989, 20:9-20.
- [9] RUTTNER F. Biogeography and taxonomy of honeybee [M]. Springer-Verlag, Berlin, 1988.
- [10] RUTTNER F, MOSSASEGH M S, KAUSAUSEN D. Distribution and variation in size of *Apis florea* F. in Iran[J]. Apidologie, 1995, 26: 477-486.
- [11] RUTTNER F, POUR ELMI M, FUCHS S. Ecoclines in the near east along 36° N latitude in *Apis mellifera* L.[J]. Apidologie, 2000, 31: 157-165.
- [12] RUTTNER F, TASSENCOURT L, LOUVEAUX J. Biometrical-stastical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera*[J]. Apidologie, 1978, 363-381.
- [13] VERMA L R, MATTU V K, DALY H V. Multivariate morphometrics of the Indian honeybee in the northwest Himalayan region[J]. Apidologie, 1994, 15:203-223.
- [14] TAN K, FUCHS S, RUIGUANG Z. Morphometrical characterization of *Apis cerana* in Yunnan Province of China [J]. Apidologie, 2003, 34(6): 553-562.