文章编号:1000-5862(2020)05-0484-05

世界塔叶蝉族(半翅目:小叶蝉亚科)昆虫区系研究

苑晓伟,陈晓晓,袁周伟,宋月华*
(贵州师范大学喀斯特研究院,国家喀斯特石漠化防治工程技术研究中心,贵州 贵阳　550001)

摘要:为了解世界塔叶蝉物种的多样性、区系成分和分布状况,并探究该类昆虫的起源与演化路径,依据世界塔叶蝉的地理分布数据,研究其区系组成特点,并运用 Arc GIS 10.2 软件进行栅格分析. 结果表明:截至目前,全世界共记录塔叶蝉 34 属 163 种,以零叶蝉属为优势类群,全世界有零叶蝉 44 种,占世界塔叶蝉总数的26.99%. 在世界动物区划中,塔叶蝉主要分布于东洋界(属级占 44.12%,种级占 50.31%)和非洲界(属级占 38.24%,种级占 36.21%),少数属种渗透分布至古北界和澳洲界,新北界和新热带界均为广布种. 塔叶蝉的特有属、种极为丰富,特有属 28 个,占塔叶蝉总属数的 82.35%,世界特有种 148 个,占塔叶蝉总种数的 90.81%. 塔叶蝉的起源至少可追溯到中生代联合古陆解体之后,东洋界的中国南部和南亚诸岛是塔叶蝉的现代分布和分化中心.

关键词:叶蝉科;物种多样性;昆虫区系;分布中心;GIS
中图分类号:S 763.7　　**文献标志码**:A　　**DOI**:10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2020.05.06

0　引言

塔叶蝉族模式于 1855 年被建立,正式建族是 1977 年由 I. Dworakowska[1] 建立,并于 1979 订正建立 5 个属. 依据 I. Dworakowska 的研究,将小叶蝉亚科分为 6 族,塔叶蝉族是其中最小的一个族. 但长期以来,塔叶蝉族昆虫研究一直处于缓慢发展状态. 截至目前,通过国内外诸多学者的不懈努力,小叶蝉亚科中眼小叶蝉族、叉脉叶蝉族、小绿叶蝉族、斑叶蝉族和小叶蝉族的分类学和系统发育学取得了长足进步,但鲜见针对塔叶蝉族昆虫的相关研究报道. 张雅林[2] 在《中国叶蝉分类研究》中记述 10 属 22 种. 宋月华等[3] 对中国塔叶蝉进行了系统分类研究,共记述中国塔叶蝉 15 属 62 种. 其他多为零星报道. 截至 2019 年 12 月,全世界共已记录 34 属 163 种塔叶蝉,但这些研究工作基本局限于属种的分类记述或名录编制,有关区系研究相对匮乏. 本文基于世界塔叶蝉物种组成和地理分布数据,运用 Acr GIS 10.2 软件并结合地质构造,探讨该类群昆虫的区系起源、演化及分布格局形成原因,以期为塔叶蝉乃至叶蝉总科昆虫的系统进化学、生物地理学、生态学、生物学研究和农业害虫防治提供依据.

1　材料与方法

1.1　数据来源

数据来源于 4 个方面:(i)贵州师范大学喀斯特研究院馆藏标本;(ii)有关塔叶蝉的动物学记录及分类研究文献等[4-15];(iii)D. A. Dmitriev 等[5] 的 3I Interactive Keys 中世界塔叶蝉相关记录;(iv)笔者于 2017—2019 年的塔叶蝉标本采集记录.

1.2　区系分析

世界陆地分为 6 大动物地理区,即东洋界、古北界、新北界、新热带界、非洲界和澳洲界,在此分类体系的基础上对世界塔叶蝉各分类单元进行区系统计与分析.

1.3　栅格分析

整理统计塔叶蝉物种地理分布数据,并核准其分布地经纬度. 由于资料中塔叶蝉各采集地点精确度差别较大,本文将各分布地信息统一转换为当地

收稿日期:2019-12-11
基金项目:贵州省科技厅自然科学基金(黔科合基础[2018]1411 号),贵州省科技支撑计划(社会发展领域)(黔科合支撑[2019]2855 号)和贵阳市科技计划(筑科合同[2020]1001 号)资助项目.
通信作者:宋月华(1980-),女,河北衡水人,教授,博士,主要从事喀斯特昆虫系统学、昆虫环境生态学等方面的研究. E-mail:songyuehua@163.com

行政中心坐标.将世界塔叶蝉物种分布的经纬度信息整理成表格,将表格信息导入 Acr GIS10.2 中,选择 WGS1984 地理坐标系统,进行 *X-Y* 坐标转换后生成塔叶蝉物种点状分布图层,并在此图层上进行栅格划分,采用 10°×10°等面积栅格对世界地图进行划分,经过图层叠加转换,生成世界塔叶蝉分布密度图,导出图层,整理、分析塔叶蝉物种丰富度.

2　结果与分析

2.1　塔叶蝉属级阶元的区系分布

如图 1 所示,塔叶蝉 34 属按其区系分布可分为 6 种类型:东洋属、热带属、东洋 + 古北属、东洋 + 热带属、东洋 + 古北 + 热带 + 新热带 + 新北属、东洋 + 古北 + 热带 + 澳洲属.其中典型的东洋属有16属,典型热带属有 12 属,特有属占塔叶蝉族的82.36%.在跨界分布的属中,跨 2 界属最多,共有 4 属,占塔叶蝉族的 11.76%;跨 4 界属和跨 5 界属均只有 1 属,各占塔叶蝉族的 2.94%(见表 1).这表明塔叶蝉在世界各大动物区划中的物种交流程度不一致,东洋界和热带界、古北界的物种交流最频繁,区系关联性强.

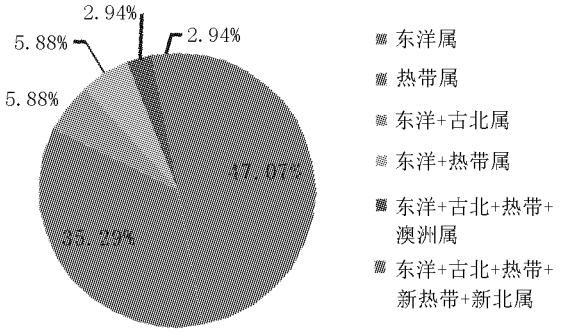

图 1　世界塔叶蝉区系成分

表 1　属级单元在世界动物地理区划中的区系类型和比例

属名	东洋界 Oriental	热带界 Ethiopian	古北界 Palearctic	澳洲界 Australian	新北界 Nearctic	新热带界 Neotropic
Ahimia		√				
Borulla	√		√			
Castoriella		√				
Choulima	√					
Dlabolaiana		√				
Dworakowskaia	√					
Hellerina	√					
Kuantaochia	√					
Kuohzygia	√					
Lautereriana		√				
Ledeira	√		√			
Limassolla	√	√	√	√		
Lowata	√					
Mordania		√				
Muluana		√				
Narta		√				
Paraahimia	√					
Parallelus	√					
Parathailocyba	√					
Parazyginella	√					
Platycyba	√					
Polluxia		√				
Ramakrishnania		√				
Rotundata	√					
Sundara	√	√				
Sylhetia	√					
Tafalka		√				
Takagiana		√				
Tataka		√				
Thailocyba	√					
Wiata	√	√				
Yangida	√					
Yangisunda	√					
Zyginella	√	√	√		√	√

2.2 塔叶蝉种级阶元的区系分布

在世界塔叶蝉目前有纪录的属种中,*Limassolla* 是最大的一个属,共有 44 种;其次是塔叶蝉模式属 *Zyginella*,共有 26 种;种类在 10 ~ 20 种的仅有 *Wiata* 1 属;种类在 5 ~ 10 种的有 *Castoriella*、*Sundara*、*Tataka*、*Thailocyba*、*Yangisunda* 共 5 属;在其他 25 属中,有 16 属目前仅有 1 种. 世界塔叶蝉单种属极为丰富,比例高达 47.06%,这表明塔叶蝉具有明显的区域特有性.

塔叶蝉种级阶元在世界动物地理区划中共有 9 式区系类型(见表 2),其中在塔叶蝉单一区系种类中,东洋种最多,共计 82 种,占总数的 50.31%;热带种次之,计 59 种,占 36.21%. 塔叶蝉族种级阶元跨区型种数共计 15 种,均为跨 2 区型种,其中东洋-古北界种数 11 种,占 6.75%;其他区系种数均只有 1 种. 这表明塔叶蝉族昆虫种级阶元以东洋界和热带界分布为主,且跨区型分布少,区系组成单一,以"东洋-古北界"跨区型分布较多. 塔叶蝉昆虫在东洋界和澳洲界的较大物种数差异表明 2 区物种间缺乏交流;同时,塔叶蝉族昆虫在世界动物地理区划中的物种交流程度也不一,其中古北界和东洋界的物种交流最频繁,区系关联性最强.

表 2 种级单元在世界动物地理区划中的区系类型和比例

区系类型	种数	比例/%
热带界	59	36.21
东洋界	82	50.31
古北界	6	3.68
澳洲界	1	0.61
东洋-古北界	11	6.75
东洋-热带界	1	0.61
热带-古北界	1	0.61
古北-新北界	1	0.61
古北-新热带界	1	0.61
合计	163	100.00

2.3 世界塔叶蝉种级阶元的栅格分析

由图 2 可知,东洋界中国南部云贵高原及中国台湾、海南等东部岛屿地区塔叶蝉分布最为集中,各栅格内的物种数量在 16 ~ 40 之间,南亚、东南亚地区塔叶蝉分布也较为集中. 古北界中与东洋界邻近栅格内塔叶蝉物种数量约为 16 ~ 20,在远离东洋界的西伯利亚及北欧地区塔叶蝉物种分布相对较少. 热带界非洲中部刚果盆地及东非高原,塔叶蝉物种数量约为 11 ~ 15. 东洋界、新热带界、新北界和澳洲界塔叶蝉分布相对较少. 这表明东洋界中国南部地区物种多样性最为丰富,且东洋界与古北界物种交流最为密切,2 区间关联性最强,东洋界与新热带界、新北界、澳洲界的物种交流程度较低.

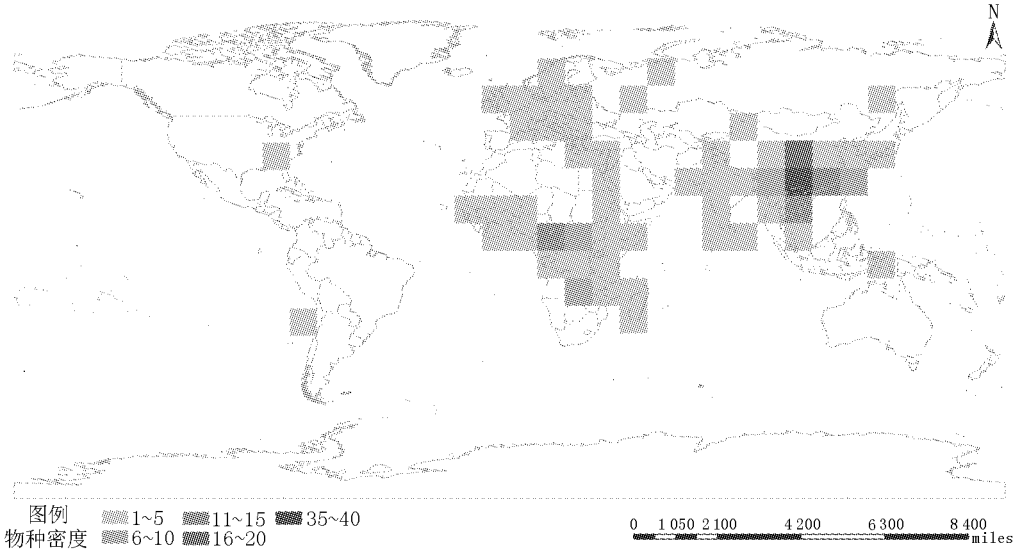

图 2 塔叶蝉物种分布密度图

3 讨论

3.1 塔叶蝉区系成分和分布特点

世界塔叶蝉区系成分特点鲜明,东洋、热带属种占绝对优势,古北属占一定比例,新热带属、新北属、澳洲属种仅占极少比例. 在塔叶蝉属级阶元区系分布中,东洋界与热带界、东洋界与古北界物种交流较为密切;在种级阶元中,东洋界与古北界物种交流最为频繁. 由此推测,塔叶蝉应当起源于非洲,经由印度向东洋界扩散,分布于古北界和澳洲界的少数种

类应该是东洋界属种分别向北、向南逐渐渗透的结果. 分布于新北界和新热带界的 2 个种均为广布种,推测为近代人类活动而非地质构造或气候变化导致的塔叶蝉物种交流.

3.2　塔叶蝉的起源与演化

目前认为小叶蝉亚科昆虫起源于联合古陆,对塔叶蝉进行区系分析后发现,塔叶蝉可能起源于联合古陆解体之后的非洲大陆,这表明塔叶蝉族昆虫分化时间晚于小叶蝉亚科其他族群,在小叶蝉亚科中进化地位较高. 在中生代时期,冈瓦纳古陆在燕山运动作用下开始裂解、漂移,非洲大陆与南美洲、北美洲之间开始分裂. 塔叶蝉昆虫在这一时期从非洲大陆起源分化,并逐步向外扩散. 进入新生代时期后,非洲大陆在喜马拉雅运动作用下向北逐渐靠拢,并与欧亚大陆中东地区相碰撞;在始新世时期,印度板块以较快速度俯冲入亚欧板块下,强烈的板块构造运动促使青藏高原急剧隆起. 在这一时期中,塔叶蝉族昆虫从非洲大陆经中东地区向东洋界扩散,通过当时尚未隆起的青藏高原转移到中国南部地区,进而向东部因褶皱而抬升出海面的中国台湾、菲律宾、印度尼西亚,甚至向澳洲界迁移. 在青藏高原完全隆起之后,东洋界和热带界的物种交流通道被切断,这导致塔叶蝉"东洋-热带属"较为丰富但"东洋-热带种"却仅有 1 种. 东洋界和古北界之间长期无地理阻隔,塔叶蝉经由东洋界向古北界迁移,故 2 区间属级和种级阶元的物种交流均十分密切.

3.3　塔叶蝉的分布与分化中心

在第 3 纪末和第 4 纪冰川时期,北半球大部分地区遭受冰盖,从气候温暖的东洋界迁移到古北界的塔叶蝉无法适应严寒的气候,逐渐灭绝或向温暖地区转移. 古北界西伯利亚地区大多为亚寒带针叶林气候,气候寒冷干燥,塔叶蝉难以在此生存,因而这片区域几乎没有塔叶蝉分布. 古北界西欧地区多为温带海洋性气候,受特殊的地形及暖流的影响,气候温暖湿润,适宜塔叶蝉生存繁衍. 热带界由于气候的变化,特别是在晚中新世撒哈拉大沙漠形成后,非洲的大部分地区变为干燥炎热的热带沙漠气候,塔叶蝉及其寄主植物不适应该区内高温缺水的气候而退出热带界的大部分区域;热带雨林气候的刚果盆地和热带草原气候的东非高原因其充足的水分和热量,塔叶蝉物种在此集中分布. 东洋界地处热带与亚热带,属于热带/亚热带季风气候,气候温暖湿润,动植物种类和数量丰富,这为塔叶蝉等植食性昆虫类群提供了良好的生息繁衍的场所. 在漫长的历史进程中,东洋界的中国南部和南亚诸岛逐渐形成了塔叶蝉的现代分布和分化中心.

4　参考文献

[1] Dworakowska I. On the leafhopper tribe *Zyginellini* (Homoptera: Auchenorrhyncha, Cicadellidae, Typhlocybinae) [J]. Revue de Zoologie Africaine, 1979, 93: 288-331.

[2] 张雅林. 中国叶蝉分类(同翅目:叶蝉科) [M]. 香港:天则出版社, 1990.

[3] 宋月华, 李子忠. 中国斑叶蝉和塔叶蝉 [M]. 贵阳:贵州科技出版社, 2014.

[4] Sohi A S, Pathania P C. Taxonomic status of Typhlocybine leafhoppers (Hemiptera, Aucbenorrbyncba, Cicadellidae) known from Pakistan and Bangladesh [J]. Journal of Insect Science, 2012, 25(1): 1-23.

[5] Dmitriev D A, McKamey S H. Nomenclatural changes in Cicadellidae: Typhlocybinae and Delphacidae (Homoptera) [J]. Zoo Keys, 2013(277): 109-113.

[6] Gao Xia, Huang Min, Zhang Yalin. Review of the Chinese leafhopper genus *Parazyginella* Chou & Zhang (Hemiptera, Cicadellidae, Typhlocybinae, Zyginellini) with description of a new species [J]. Zoo Keys, 2012(183): 17-22.

[7] Md S H, Jin H K, Sang J S, et al. Taxonomic revision of the microleafhopper genus *Limassolla* Dlabola from Korea (Hemiptrea: Cicadellidae: Typhlocybinae) [J]. Zootaxa, 2019(3): 1175-5326.

[8] Song Yuehua, Li Zizhong. A new *Thailocyba* Mahmood (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae) species from China, with a key to species of the genus [J]. Zootaxa, 2010(2502): 61-64.

[9] Song Yuehua, Li Zizhong. Five new species of the leafhopper genus *Limassolla* Dlabola (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae) from China [J]. Zoology, 2011(3127): 53-63.

[10] Song Yuehua, Li Zizhong. A new record of the genus *Sylhetia* Ahmed from China (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae: Zyginellini) [J]. The Pan-Pacific Eenomologist, 2012, 87(4): 223-226.

[11] Song Yuehua, Li Zizhong. Description of a new species of the leafhopper genus *Zyginella* Löw from Southwest China (Hemiptera, Cicadellidae, Typhlocybinae) [J]. Zoo Keys, 2012(168): 13-17.

[12] Yuan Xiaowei, Song Yuehua. One new genus and species of Typhlocybinae (Hemiptera, Cicadellidae) from South-

west China [J]. Zootaxa, 2019, 4691(1): 97-100.
[13] Zhang Yalin, Gao Xia, Huang Min. First record of the leafhopper genus *Yangida* Dworakowska (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae: Zyginellini) from China, with description of one new species [J]. Zoology, 2009(2204): 63-66.
[14] Zhang Yalin, Gao Xia, Huang Min. Two new species of *Yangisunda* Zhang (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae: Zyginellini) from China, with a key to species [J]. Zoology, 2011(3097): 45-52.
[15] Zhang Yalin, Gao Xia, Huang Min. Review of genus *Zyginella* Löw (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae: Zyginellini) with dscription of four new species and a new genus from China [J]. Zoology, 2012(3180): 19-34.

The Fauna of the *Zyginellini* in the World (Hemiptera: Cicedellidae: Typhlocybinae)

YUAN Xiaowei, CHEN Xiaoxiao, YUAN Zhouwei, SONG Yuehua*
(Schoole of Karst Science, State Engineering Technology Institute for Karst Desertification Control, Guizhou Normal University, Guiyang Guizhou 550001, China)

Abstract: To study the species diversity, fauna elements, geographical distribution of world *Zyginellini* and explore the origin and evolution path of this kind of insects, the characteristics of its faunal structure is analyzed using fauna method based on geographical distribution data of world *Zyginellini*, and the grid analysis using Arc GIS 10.2. The results show that there are 163 species of 34 genera in the world. The dominant group is the genus *Limassolla*. There are 44 species in the world, which accounts for 26.99% in the world. In all zoogeographic regions within the world, Oriental and Ethiopian are 2 dominant regions for *Zyginellini*, occupied about 44.12% and 38.24% of the total number of genera and about 50.31% and 36.21% of the total number of species. A few species of world *Zyginellini* are permeable to Palaeard and Australia, the endemic genera are abundant, 28 genera are endemic to the world, accounting for 82.35% of the total genus. Both the neonorthern and neotropical realms are widespread species. 148 species are endemic to the world, accounting for 90.81% of the total species. *Zyginellini* may originate at least after the disintegration of the United Paleo-continent in the Mesozoic era, and the southern China and South Asian islands of the Oriental realm are the modern distribution and differentiation centers of *Zyginellini*.

Key words: Cicadaceae; species diversity; fauna; distribution center; GIS

(责任编辑:刘显亮)