

陈应武,陈庆霄,杨昊天.腾格里沙漠昆虫多样性及区系特征[J].中国沙漠,2020,40(4):216-222.

腾格里沙漠昆虫多样性及区系特征

陈应武¹,陈庆霄¹,杨昊天²

(1.河南科技大学 林学院,河南 洛阳 471003;2.中国科学院西北生态环境资源研究院 沙坡头沙漠研究试验站,甘肃 兰州 730000)

摘要:结合野外调查和文献资料,系统研究了腾格里沙漠昆虫种类分布和区系,并分析了荒漠区昆虫群落特征。结果表明:腾格里沙漠分布的昆虫共819种,属于16目,173科,594属。昆虫的区系中,古北种645种,占78.75%;东洋种27种,占3.30%;广布种147种,占17.95%。昆虫分布农林区730种,荒漠草原区385种,固定半固定沙区335种,流沙区62种。荒漠区昆虫群落分为流动沙丘型、固定和半固定沙丘型和荒漠草原型3种群落类型。

关键词:昆虫;多样性;区系;群落;腾格里沙漠

文章编号:1000-694X(2020)04-216-07

DOI:10.7522/j.issn.1000-694X.2020.00049

中图分类号:Q958.1

文献标志码:A

0 引言

昆虫是动物界多样性最高的生物类群,是生态系统重要组成,对全球生态系统的运转起到基础性关键作用^[1-2]。了解本地的昆虫资源,对于维护本地生态系统平衡、促进生态系统的健康具有重要意义^[3-5]。为了明确各地昆虫物种的资源本底及群落特征,丰富各地的昆虫多样性信息,中国昆虫学者开展了大量工作^[6-7]。区域昆虫多样研究主要在农田、湿地、各级自然保护区、生态恢复区等区域。如:稻田昆虫群落多样性研究^[8],自然保护区的昆虫多样性研究^[9-10],湿地昆虫的多样性研究^[11],宁夏拟步甲的多样性研究^[12],鄂尔多斯高原拟步甲物种的多样性^[13]等。

腾格里沙漠横跨内蒙古、甘肃和宁夏,总面积5.1万km²,腾格里沙漠生态系统类型丰富,涵盖荒漠、草地、林地、农田、人工表面和湿地^[14-15]。中国对沙漠和荒漠昆虫的研究比较少,除乌兰布和沙漠^[16]和库姆塔格沙漠^[17]外,其他荒漠昆虫只在部分地区进行了群落结构、区系和多样性的研究^[18-26]。昆虫群落与气候、植物群落以及土壤亚系统有着极为密切的关系,也是该区生物群落多样性及稳定性的重要指标和演替的推动力。

本研究通过对腾格里沙漠昆虫的系统调查和

文献归纳,分析探讨该区昆虫多样性特征、区系特征和地理分布;同时通过对不同植被与土壤生境区的昆虫的调查,对腾格里沙漠昆虫群落进行分类研究。本研究将丰富中国荒漠区生物多样性保护与持续利用的资料,也为发展和丰富群落生态学研究的基本理论和方法提供资料。

1 研究方法

昆虫多样性和区系分析数据主要来源于两个方面。①2004—2005、2017—2018年4—10月,在腾格里沙漠东南缘进行了系统的昆虫调查,昆虫的调查方法采用样筐法、扫网法、黑光灯诱虫法和陷阱器法等,将所采集的昆虫按照形态分类学方法进行鉴定,部分标本送相关专家进行鉴定;②宁夏沙坡头国家级自然保护区1998—1999、2002—2004、2017—2018年科学考察数据,甘肃民勤连古城国家级自然保护区2000年和2017年科学考察数据,以及关于腾格里沙漠昆虫资源的文献资料总结^[18-28]。通过统计总结得到昆虫名录,进行昆虫多样性组成和区系分析。

腾格里沙漠荒漠区昆虫群落研究在腾格里沙漠东南缘进行,按照土壤和植被的异质性共选取15个样地,每个样地设立3个10 m×10 m的样方,具体环境特征如表1所列,在样方内应用样筐法、扫网法

收稿日期:2020-01-03;改回日期:2020-06-15

资助项目:国家重大基础资源调查专项(2017FY100203)

作者简介:陈应武(1972—),男,甘肃临洮人,副教授,研究方向为荒漠昆虫生态。E-mail:chengyw_gau@163.com

表 1 腾格里沙漠不同生境的土壤和植被特征

Table 1 Character of soil and vegetation of different sites in Tengger Desert

样地代号	土壤	植被
S1	流动风沙土	花棒群落,丘间地有零星沙竹、百花蒿、沙芥和籽蒿,植被盖度小于1%
S2	人工固定风沙土	油蒿群落,人工固沙植被,伴生种小画眉、狗尾草、虫实和沙蓝刺头等,植被盖度15%
S3	粗骨质淡灰钙土	红砂+珍珠群落,分伴生种有茵陈蒿、蛛丝盐生草、短花针茅。此外还有砾苔草、无芒隐子草、小车前和中亚紫苑等,总盖度15%
S4	半固定风沙土	猫头刺群落,伴生种糙隐子草、小画眉草和虫实等,植被盖度20%
S5	山地石质淡灰钙土	红砂+珍珠+斑子麻黄群落,伴生种荒漠锦鸡儿、长柄红砂、矮脚锦鸡儿、刺旋花、三芒草、多根葱和糙隐子草等,盖度15%
S6	流动风沙土	柠条群落,伴生种有沙米等,植被盖度小于5%
S7	半固定风沙土	沙米+籽蒿+牛心扑子群落,属半流动沙地雾冰藜、小画眉草、虫实和刺沙蓬等,植被盖度小于10%
S8	固定风沙土	油蒿群落,部分地区有草方格的痕迹,属固定沙地,伴生种有花棒、柠条、沙葱和沙生针茅等,植被盖度30%
S9	薄层覆沙淡灰钙土(沙层<15 cm)	驼绒藜群落,伴生种鳍状艾菊、柠条、油蒿、芨芨草、茵陈蒿、沙生针茅、叉枝桉葱和沙葱等,植被盖度30%
S10	厚层固定风沙土(沙层>10 cm)	油蒿+柠条群落,属固定沙地,伴生种小画眉草、茵陈蒿和猫头刺等,植被盖度40%
S11	厚层固定风沙土(沙层>10 cm)	柠条群落,属固定沙地,伴生种驼绒藜、白草、茵陈蒿和雾冰藜等,植被盖度40%
S12	薄层覆沙粗骨质淡灰钙土(沙层<15 cm)	柠条+沙冬青群落,伴生种白草、油蒿、猫头刺、细叶苦菜和狗尾草等,植被盖度35%
S13	普通灰漠土	珍珠+红砂群落,伴生种矮脚锦鸡儿、戈壁针茅和茵陈蒿等,植被盖度25%
S14	薄层覆沙粗骨质灰漠土(沙层<15 cm)	霸王+猫头刺群落,伴生种矮脚锦鸡儿、多根葱、沙生针茅、沙旋花和糙隐子草等,植被盖度15%
S15	厚层覆沙粗骨质灰漠土(沙层>15 cm)	白刺群落,伴生种霸王、茵陈蒿和沙生针茅等,植被盖度25%

和陷阱器法采集调查昆虫的种类和数量,将采集不同昆虫种类的密度数据进行lg(x+1)转换,采用CANOCO for Windows和Wintwins软件进行腾格里沙漠荒漠昆虫群落分析。

2 结果与分析

2.1 腾格里沙漠昆虫的种类组成及区系特征

腾格里沙漠昆虫种类组成如表2所列。腾格里沙漠分布的昆虫共819种,属于16目,173科,594属。最多的是鳞翅目,25科、150属、214种,占26.13%;其次是鞘翅目,36科、150属、206种,占25.15%;半翅目27科、83属、105种,占12.82%;膜翅目27科、69属、96种,占11.72%;双翅目27科、70属、93种,占11.36%;缨翅目3科、6属、7种,占0.85%;毛翅目2科、3属、3种,占0.37%;革翅目,2科、3属、3种,占0.37%;螳螂目1科、2属、2种,占0.24%;蜉蝣目、石蛾目和蜚蠊目各1科1属1种,均占0.12%。

对所采集的昆虫依照地理区系进行分类统计(图1),腾格里沙漠昆虫的区系组成为:古北种645种,占78.75%;东洋种27种,占3.30%;广布种147种,占17.95%。

2.2 腾格里沙漠昆虫组成分布

从昆虫分布区域看农林区730种,荒漠草原区385种,固定半固定沙区335种,流沙区62种(图2)。

农林区有大片的农田、防护林与经济林带,而且具有湿地和水产养殖区,植被生长茂盛,物种多样性高,昆虫种类丰富。其中防护林和经济林优势昆虫为天牛类、蝼蛄类、金龟甲类和食叶性鳞翅目昆虫;农作区优势昆虫为地老虎、蛴螬和金针虫等地下害虫,食叶性鳞翅目昆虫和刺吸性同翅目昆虫等作物害虫,另外在林地和农田周边分布的优势昆虫为鳞翅目、蝗虫、蟋类、胡蜂和蚂蚁等昆虫;湿地优势昆虫为蜻蜓、水龟虫、蝗虫以及双翅目等水生和湿生性昆虫(表3)。荒漠草原区物种的种类比较

表 2 腾格里沙漠昆虫的组成
Table 2 Composition of insects in Tengger Desert

目名	科		属		种	
	数量	占比/%	数量	比例/%	数量	比例/%
石蛎目(Archaeognatha)	1	0.58	1	0.17	1	0.12
螳螂目(Mantodea)	1	0.58	2	0.34	2	0.24
蜚蠊目(Blattaria)	1	0.58	1	0.17	1	0.12
直翅目(Orthoptera)	11	6.36	31	5.22	43	5.25
革翅目(Dermaptera)	2	1.16	3	0.51	3	0.37
襀翅目(Plecoptera)	1	0.58	1	0.17	1	0.12
蜉蝣目(Ephemeroptera)	1	0.58	1	0.17	1	0.12
蜻蜓目(Odonata)	6	3.47	14	2.36	26	3.17
缨翅目(Thysanoptera)	3	1.73	6	1.01	7	0.85
半翅目(Hemiptera)	27	15.61	83	13.97	105	12.82
脉翅目(Neuroptera)	2	1.16	9	1.52	17	2.08
毛翅目(Trichoptera)	2	1.16	3	0.51	3	0.37
鳞翅目(Lepidoptera)	25	14.45	150	25.25	214	26.13
鞘翅目(Coleoptera)	36	20.81	150	25.25	206	25.15
膜翅目(Hymenoptera)	27	15.61	69	11.62	96	11.72
双翅目(Diptera)	27	15.61	70	11.78	93	11.36
合计	173	100.00	594	100.00	819	100.00

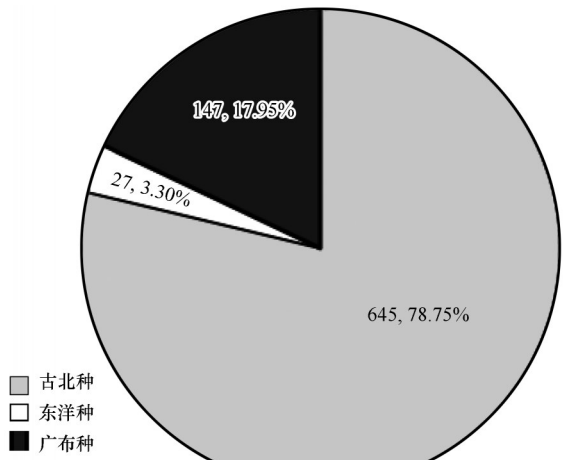


图 1 腾格里沙漠昆虫区系组成
Fig.1 Composing of insect fauna in Tengger Desert

多,但是种群数量均相对较少,没有爆发性昆虫的出现,优势昆虫为拟步甲、蝗虫等典型的荒漠昆虫类群组成,多数种类飞翔能力差,体色随环境变化多呈灰黑色,抗逆性一般较强。固定半固定沙区主要种类有拟步甲类和蝗虫,拟步甲科昆虫为地面优势种类,种群数量大,危害严重。流沙区优势昆虫种类为拟步甲科喜沙性种类,如谢氏宽漠王、尖尾

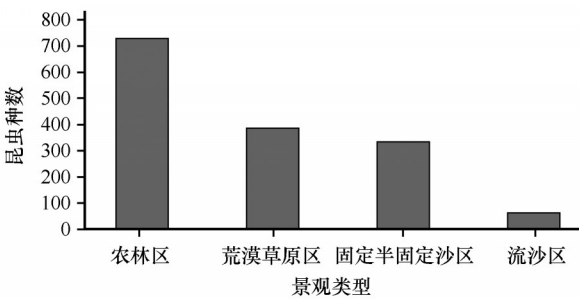


图 2 腾格里沙漠昆虫地理分布
Fig.2 Insect geo-distribution in Tengger Desert

东鳖甲等,另外还分布有流沙地植物寄生性昆虫种类,昆虫以取食植物根系和落叶或者寄生于沙生植物。

2.3 腾格里沙漠荒漠区昆虫群落分类

本实验共选取 15 个不同生境的昆虫群落并对各生境的昆虫进行了系统调查研究,通过 TWINSpan 分析,将腾格里沙漠东南缘荒漠区昆虫群落分为 3 个类型(图 3)。在距离 $D=0.234$ 时,该区域昆虫群落按照种类组成和密度可分为 3 类:流动沙丘昆虫群落,荒漠草原昆虫群落和固定半固定沙地昆虫群落。

表 3 腾格里沙漠不同生态景观分布的优势昆虫种类

Table 3 Dominant insect species in different landscape areas of Tengger Desert

景观类型	优势昆虫种类	景观类型	优势昆虫种类
农林区	杨柳小卷叶蛾(<i>Gypsmoma minutana</i>)	农林区	长绿蝽(<i>Brachynema germarii</i>)
	大青叶蝉(<i>Tettigella uiridis</i>)		苜蓿盲蝽(<i>Adelphocoris lineolatus</i>)
	中华婪步甲(<i>Harpalus sinicus</i>)		牧草盲蝽(<i>Lygus pratensis</i>)
	黑绒鳃金龟(<i>Maladera orientalis</i>)		中华稻蝗(<i>Oxya chinensis</i>)
	华北大黑鳃金龟(<i>Holotrichia ablita</i>)		科氏蚱蜢(<i>Acrida kozlovi</i>)
	光肩星天牛(<i>Anoplophora glabripennis</i>)		短额负蝗(<i>Atractomorpha sinensis</i>)
	黄斑星天牛(<i>Anoplophora nobilis</i>)		大垫尖刺蝗(<i>Epacromius davidiana</i>)
	华北蝼蛄(<i>Gryllotalpa unispina</i>)		永宁异爪蝗(<i>Euchorthippus yungningensis</i>)
	东方蝼蛄(<i>G.orientalis</i>)		中华草螽(<i>Conocephalus chinensis</i>)
	小地老虎(<i>Agrotis ypsilo</i>)		日本菱蝗(<i>Tetrix japonicum</i>)
	黄地老虎(<i>Agrotis sogetum</i>)		水龟虫(<i>Hydrous acumirtatus</i>)
	小剑地夜蛾(<i>Agrotis spinifera</i>)		小水龟虫(<i>H. affinis</i>)
	警纹地老(<i>Agrotis exclamationis</i>)		黄缘龙虱(<i>Cybister japonicus</i>)
	亚洲玉米螟(<i>Ostrinia fornacalis</i>)		四纹龙虱(<i>Bidessus japonicus</i>)
	麦长管蚜(<i>Macrosiphum avenae</i>)		负子蝽(<i>Diplongchus japonicus</i>)
	麦二叉蚜(<i>Rhizaphis graminam</i>)		小划蝽(<i>Sigara substriata</i>)
	玉米蚜(<i>Rhopalosiphum maidis</i>)		水黽(<i>Aquarium paludum</i>)
	甘蓝蚜(<i>Brevicoryne brassicae</i>)		灰飞虱(<i>Laodelphax stratella</i>)
	菜粉蝶(<i>Pieris rapae</i>)		黄斑大蚊(<i>Nephrotoma</i> sp.)
	粘虫(<i>Leucania separate</i>)		黄衣蝽(<i>Pantala flavescens</i>)
	细胸叩头甲(<i>Agriotes fascicollis</i>)		夏赤蝽(<i>Sympetum darwinianum</i>)
	宽背叩头甲(<i>Selatosomus latus</i>)		白尾灰蝽(<i>Orthetrum atlbistylum</i>)
	华北大黑金龟(<i>Holotrichia oblite</i>)	荒漠草原区	贺兰山疙蝗(<i>Pseudotmethis alashanicus</i>)
	黄褐丽金龟(<i>Anomala exoleta</i>)		裴氏短鼻蝗(<i>Filchnerella beicki</i>)
	灰条夜蛾(<i>Discestra trifolii</i>)		腾格里懒螽(<i>Zichya alashanis</i>)
	尖锥额野螟(<i>Loxostege verticalis</i>)		黑翅痼蝗(<i>Bryodema nigroptera</i>)
	网锥额野螟(<i>L. sticticalis</i>)		宽须蚁蝗(<i>Myrmeleotettix palpalsis</i>)
	小红蛱蝶(<i>Vanessa cardui</i>)		宁夏束颈蝗(<i>Sphingonotus ningsianus</i>)
	大红蛱蝶(<i>V. indica</i>)		黄胫小车蝗(<i>Oedaleus infernalis</i>)
	七星瓢虫(<i>Coccinella septmpunctata</i>)		亚洲小车蝗(<i>O. decorus</i>)
	胡蜂(<i>Vespula</i> sp.)		甘肃鹿蛾(<i>Amata gansuensis</i>)
	铺道蚁(<i>Tetramorium caespitum</i>)		草原斯斑螟(<i>Staudingera steppicola</i>)
	艾箭蚁(<i>Cataglyphis aenescens</i>)		莱氏脊漠甲(<i>Pterocomma reitteri</i>)
	中华蚱蜢(<i>Acrida chinerea</i>)		泥背脊漠甲(<i>Pterocomma vittata</i>)
	中华负蝗(<i>Atractomorpha Sinensis</i>)		皱纹琵琶甲(<i>Blaps nigolssa</i>)
	亚洲飞蝗(<i>Oedaleus asiaticus</i>)		墨侧裸蛸螂(<i>Gymnopleurus mopsus</i>)
	花胫绿纹蝗(<i>Aiolopus tamulus</i>)		甘肃齿足象甲(<i>Deracanthus potanini</i>)

续表 3

景观类型	优势昆虫种类	景观类型	优势昆虫种类
固定半固定沙区	蒙古沙潜(<i>Concephalum mongolicum</i>)	固定半固定沙区	小灰同斑螟(<i>Homoeosoma gravosella</i>)
	波氏东鳖甲(<i>Anatolica potanini</i>)		白条褐斑螟(<i>Pima boisduvaliella</i>)
	小丽东鳖甲(<i>Anatolica umoenula</i>)		显纹鳞斑螟(<i>Salebria ellenella</i>)
	姬小胸鳖甲(<i>Microdera elegans</i>)		钩背裸斑螟(<i>Gymnancyia sfakesella</i>)
	异距琵甲(<i>Blaps kiritshenkoi</i>)		蒙古原斑螟(<i>Prorophora mongolica</i>)
	异型琵甲(<i>Blaps variolosa</i>)		花棒锯斑螟(<i>Pristophorodes florella</i>)
	多毛宽漠王(<i>Sternoplax setosa</i>)		窄吉丁(<i>Agrilus</i> sp.)
	中华蝼蛄(<i>Cyphogenta chinensis</i>)		柠条豆象(<i>Kytorthinus immixtus</i>)
	贺兰疙蝗(<i>Pseudotmethis alashanicus</i>)		红长蜡(<i>Lygaeus equestris</i>)
	细距蝗(<i>Leptopternis gracilse</i>)		蒿小绿叶蝉(<i>Empoasca</i> sp.)
	小车蝗(<i>Oedaleus decorus</i>)		沙蒿线蠢蛾(<i>Holcocerus artemisiae</i>)
	黑腿星翅蝗(<i>Calliptamus barbarus</i>)	流沙区	谢氏宽漠王(<i>Mantichorula semenowi</i>)
	白刺粗角萤叶甲(<i>Diorhabda rybakowi</i>)		尖尾东鳖甲(<i>Anatolica mucronata</i>)
	沙蒿金叶甲(<i>Chrysolina aeruginosa</i>)		姬小胸鳖甲(<i>Mierodera elegans</i>)
	中华萝摩叶甲(<i>Chrysosuch chinensis</i>)		沙蒿大粒象(<i>Adosomus</i> sp.)
	甘草萤叶甲(<i>Diorhabda tarsalis</i>)		淡绿球象甲(<i>Piazomias breuiusculus</i>)
	绿绒豆象(<i>Rhaeabus komarovi</i>)		柠条豆象(<i>Kytorthinus immixtus</i>)
	甘草豆象(<i>Bruchidius ptilinoides</i>)		黑条筒喙象(<i>Lixus nigrolineatus</i>)
	红斑芫菁(<i>Mylabris speciosa</i>)		舌喙象(<i>Diglossotors</i> sp.)
	网锥额野螟(<i>Loxostege sticticalis</i>)		中华蚁蛉(<i>Euroleon sinicus</i>)
	旱柳原野螟(<i>Proteuclasta stotzneri</i>)		

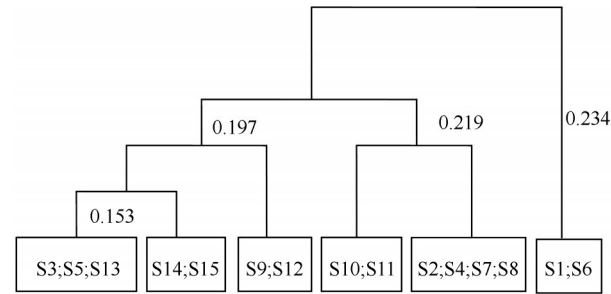


图3 腾格里沙漠东南缘昆虫群落的TWINSpan分类
Fig.3 The dendrogram of insect community in Tengger Desert by TWINSpan

对不同生境的昆虫群落进行了DCA排序,从排序结果看(图4),这一结果反映了两个环境梯度:一是从流沙到荒漠草原,沙漠化的程度在加强;二是昆虫的食物状况。第一轴从左到右,喜沙性昆虫的比率下降,草原类群昆虫增高。第二轴从下到上,食物的营养条件在降低,刺吸式口器昆虫特别是R类生态选择昆虫所占的比率在下降,K生态选择昆虫的比率在升高。从图4的结果看,腾格里沙漠东

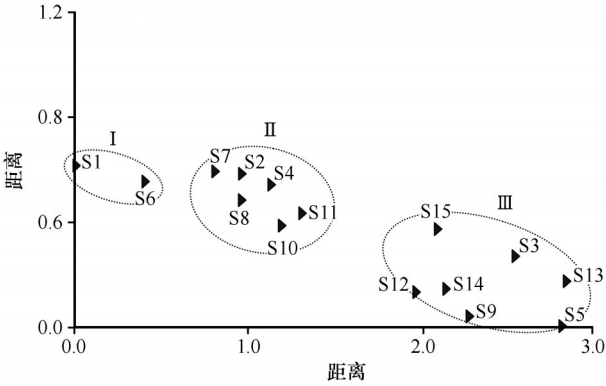


图4 腾格里沙漠东南缘不同生境昆虫群落的DCA二维排序
Fig.4 Two dimension ordination map of insect communities of 15 sites in Tengger Desert by DCA

南缘荒漠区昆虫也可分为3个类型,DCA排序的结果和TWINSpan分析结果一致。

第一类型昆虫群落,主要包括S1和S6两种生境的昆虫群落,由于该二区生境属于流动沙丘,该类型的昆虫群落具有两个特征。第一,该区部分优势昆虫具有高度的喜沙性,主要优势种为谢氏宽漠

王和尖尾东鳖甲,这类昆虫在体形和生物学特性上具有高度的流沙活动的特征。在食性上属于杂食性,食谱范围广。第二,该区部分昆虫为典型的R生态选择类昆虫,比如同翅目蚜虫和叶蝉类,这类昆虫个体较小,口器为刺吸式,具有高内禀增长率,其发生为间歇性,在条件适宜的情况下侵入该区,并在短时间内达到很高的密度,在环境条件恶化时种群密度剧烈下降或退出。第二类型昆虫群落,包括S3、S5、S13、S14和S15,该区的生境属于荒漠化草原,昆虫的主要组成特征为:鞘翅目和直翅目昆虫为优势类群,大多数昆虫均属于K生态选择类昆虫,R选择类的昆虫类群相对较少,昆虫的丰富度和均匀性程度比较高,但是种群密度均较低。第三类型昆虫群落,包括S2、S4、S7、S8、S10和S11,该区属于半固定和固定沙地。昆虫的组成属于流沙相向草原相过渡的类型,具有高的昆虫丰富度,既具有喜沙性的昆虫种类,也有草原性的昆虫类群,并且R-K中间选择类昆虫具有高的多样性,比如鳞翅目螟蛾科昆虫在该区具有广泛的分布,该地区的优势类群为鳞翅目、鞘翅目和直翅目昆虫。

3 结论与讨论

腾格里沙漠分布的昆虫共819种,属于16目,173科,594属。昆虫的区系组成为:古北种645种,占78.75%;东洋种27种,占3.30%;广布种147种,占17.95%。主要分布的昆虫种类为鞘翅目、鳞翅目、双翅目、膜翅目、半翅目和同翅目。从昆虫分布区域看农林区730种,荒漠草原区385种,固定半固定沙区335种,流沙区62种。区域昆虫群落按照种类组成和密度可分为3类:流动沙丘昆虫群落,荒漠草原昆虫群落和固定半固定沙地昆虫群落。

腾格里沙漠属于古北区的中亚和细亚地区系统^[29-30]。吴福桢等^[31]对宁夏农业昆虫地理区划的研究显示,腾格里沙漠昆虫区系属于银川平原昆虫区系与荒漠地带昆虫区系的混生区。根据对腾格里沙漠昆虫资源的分析,该区昆虫种类应该是内蒙古干旱草原区中鄂尔多斯省区向河西走廊省区的过渡地段,随着沙化的程度由草原昆虫相向沙地昆虫相过渡,尤其是飞翔能力差的昆虫种类增多^[32]。由于腾格里沙漠内湿地湖泊的分布,腾格里沙漠出现大量的水生昆虫,比如水龟虫、龙虱、蚊、毛翅目和襁翅目等。腾格里沙漠昆虫819种(隶属于16个目,173科),乌兰布和沙漠昆虫种类共有171种(隶属于

19目,34科)^[16],库姆塔格沙漠昆虫109种(隶属于10目,55科)^[17],腾格里沙漠昆虫多样性大大高于库姆塔格沙漠和乌兰布和沙漠,这与腾格里沙漠内大量分布的湖泊有很大的关系。

土壤与植被格局与过程的变化驱动了系统中昆虫区系、组成、群落结构的变化,而这种变化既反映了昆虫对无机环境和以植物群落为环境的有机环境变化的响应,也反映了生物群落中物种之间相互关系的变化^[33-35]。从本实验的结果来看,随着沙漠化程度的不同,该地区昆虫群落是从沙生昆虫相向荒漠草原昆虫相的过渡,该结果与宁夏白芨滩荒漠化草地^[36]、中卫沙坡头草原化荒漠生态系统^[5]的研究结果一致。腾格里沙漠荒漠区昆虫可划分为3个类型:沙漠相、草原化荒漠相和荒漠化草原相。过渡地区草原化荒漠区具有草原和沙漠的混和成分。昆虫群落的不同由植被和土壤两个因素决定,在土壤决定昆虫分布上很好地反映了昆虫由沙漠向草原的过渡,但是由于植物的影响,一些狭食性昆虫随着植被的演化而变化,这主要反映在刺吸式口器的昆虫,这些昆虫随着沙漠化的加剧,表现了一种正反馈的机制。

参考文献:

- [1] Wilson E O. The little things that run the world: the importance of conservation of invertebrates [J]. *Conservation Biology*, 1987, 1(4): 344-346.
- [2] Samways M J. Insects in biodiversity conservation: some perspectives and directives [J]. *Biodiversity Conservation*, 1993, 2(3): 258-282.
- [3] 谢寿安, 张雅林, 袁锋, 等. 我国昆虫多样性的保护和利用[J]. *西北林学院学报*, 2001, 16(2): 50-53.
- [4] Basset Y, Cizek L, Cuenoud P, et al. Arthropod diversity in a tropical forest [J]. *Science*, 2012, 338(6113): 1481-1484.
- [5] Basset Y, Hawkins B A, Leather S R. Visions for insect conservation and diversity: spanning the gap between practice and theory [J]. *Insect Conservation and Diversity*, 2009, 2(1): 1-4.
- [6] 李俊洁, 黄晓磊. 中国昆虫多样性格局研究进展[J]. *武夷科学*, 2018, 34: 3-15.
- [7] 张茂林, 王戎疆. 昆虫多样性的保护现状与趋势[J]. *应用昆虫学报*, 2011, 48(3): 739-745.
- [8] 刘雨芳. 中国稻田昆虫群落多样性及生态调控功能研究进展[J]. *应用昆虫学报*, 2019, 56(2): 183-194.
- [9] 顾伟, 马玲, 刘哲强, 等. 小兴安岭凉水自然保护区蝶类多样性[J]. *生态学报*, 2015, 35(22): 7387-7396.
- [10] 林涛. 武夷山自然保护区天蛾科昆虫多样性的研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2011.
- [11] Liu J N, Zhang Y Y, Xu S P. Advances in research on the struc-

- ture and diversity variation of insect communities in Wetland [J]. *Agricultural Science & Technology*, 2017, 18 (5) : 914–917, 956.
- [12] 任国栋, 贾龙. 宁夏拟步甲的多样性组成与区系[J]. *环境昆虫学报*, 2013, 35(3): 277–288.
- [13] 赵玉, 任国栋. 鄂尔多斯高原拟步甲物种多样性与区系分布[J]. *内蒙古农业大学学报(自然科学版)*, 2014, 35(3): 19–24.
- [14] 张虎才, 马玉贞, 李吉均, 等. 距今 42~18 ka 腾格里沙漠古湖泊及古环境[J]. *科学通报*, 2002(24): 1847–1857.
- [15] 朱震达, 刘恕. 中国北方地区的沙漠化过程及其治理区划[M]. 北京: 中国林业出版社, 1981.
- [16] 韩二牛, 刘玉光, 刘永利, 等. 乌兰布和沙漠昆虫区系调查初报[J]. *内蒙古林业科技*, 2002(增刊1): 27–31.
- [17] 杨海龙, 张于光, 朵海瑞, 等. 库姆塔格沙漠地区的昆虫多样性[J]. *林业科学*, 2012, 48(9): 176–180.
- [18] 孙宏义. 沙坡头昆虫区系初步研究[J]. *中国沙漠*, 1989, 9(2): 71–81.
- [19] 任国栋, 王希蒙. 腾格里东南缘昆虫初步调查[C]//中国科学院兰州沙漠研究所沙坡头定位站年报. 兰州: 甘肃科技出版社, 1990: 167–170.
- [20] 贺达汉. 流沙治理与害虫防治[M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [21] 刘迺发, 郝耀明, 吴洪斌. 宁夏沙坡头国家级自然保护区综合科学考察[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2005.
- [22] 刘迺发, 郝耀明, 吴洪斌. 宁夏沙坡头国家级自然保护区二期综合科学考察[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2011.
- [23] 唐小平, 何承仁, 宋朝枢. 甘肃民勤连古城自然保护区科学考察集[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001.
- [24] 贺达汉, 长有德, 田真, 等. 草原沙化与恢复中昆虫群落组成、营养结构及多样性变化研究[J]. *生态学报*, 2001, 21(1): 117–125.
- [25] 刘新民, 刘永江, 郭砺, 等. 腾格里沙漠生态系统土壤动物多样性比较研究[J]. *中国沙漠*, 1999, 19(增刊): 180–184.
- [26] 刘新民, 乌宁, 陈海燕, 等. 沙坡头地区不同植被条件下半翅目昆虫群落特征研究[J]. *内蒙古师范大学学报*, 2003, 32(2): 149–152.
- [27] 王国利, 赵多明, 曾新德, 等. 甘肃民勤连古城国家级自然保护区增补昆虫名录[J]. *草原与草坪*, 2018, 38(5): 77–82.
- [28] 赵多明, 张杰, 胡生新, 等. 甘肃民勤连古城国家级自然保护区药用无脊椎动物的初步研究[J]. *甘肃科技*, 2016, 32(23): 141–142.
- [29] 马世骏. 中国昆虫地理区划[M]. 北京: 科学出版社, 1959.
- [30] 章士美. 中国农林昆虫地理区划[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [31] 吴福桢, 高兆宁. 宁夏农业昆虫图志[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1982.
- [32] 中国科学院兰州沙漠研究所沙坡头沙漠科学研究所. 腾格里沙漠沙坡头地区流沙治理研究(二)[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1980.
- [33] 刘任涛, 郝伟华, 刘佳楠, 等. 沙地柠条(*Caragana*)灌丛微生境节肢动物群落特征[J]. *中国沙漠*, 2018, 38(1): 117–125.
- [34] 刘任涛, 赵哈林, 赵学勇. 流动沙地灌丛内外生境中土壤动物群落结构研究[J]. *中国沙漠*, 2013, 33(1): 167–173.
- [35] 刘任涛, 赵哈林. 沙质草地土壤动物的研究进展及建议[J]. *中国沙漠*, 2009, 29(4): 656–662.
- [36] 张大治, 贺达汉, 于有志, 等. 宁夏白芨滩国家级自然保护区地表甲虫群落多样性[J]. *动物学研究*, 2008, 29(5): 569–567.

Diversity and fauna of terrestrial wild vertebrates in the Tengger Desert

Chen Yingwu¹, Chen Qingxiao¹, Yang Haotian²

(1. College of Forestry, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, Henan, China; 2. Shapotou Desert Research and Experiment Station, Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China)

Abstract: Based on field investigation and literature analysis, the species distribution and flora of the Tengger Desert are systematically studied, and the characteristics of insect communities in the desert area are analyzed. The results show that there are 819 species of insects distributed in the Tengger Desert, belonging to 16 orders, 173 families and 594 genera. The fauna composition of insects is: 645 species of Paleo-Northern species, accounting for 78.75%; 27 species of Oriental species, accounting for 3.30%; and 147 species of widespread species, accounting for 17.95%. The insect distribution area is 730 species in agricultural and forestry areas, 385 species in desert steppe areas, 335 species in fixed and semi-fixed sand areas, and 62 species in quicksand areas. Insect communities in the desert area are divided into three types: mobile dune type, fixed and semi-fixed dune type and desert steppe type.

Key words: insect; diversity; fauna; community; Tengger Desert