



魏淑花, 马林杰, 白玲, 等. 宁夏温性草原甲虫多样性及其对环境指示作用的初步研究 [J]. 环境昆虫学报, 2017, 39 (6): 1287–1298.

宁夏温性草原甲虫多样性及其对环境指示作用的初步研究

魏淑花¹, 马林杰¹, 白玲³, 张开阳⁴, 张蓉^{1*}, 高立原¹,
王颖¹, 朱猛蒙¹, 黄文广²

(1. 宁夏农林科学院植物保护研究所, 银川 750002; 2. 宁夏草原工作站, 银川 750002; 3. 宁夏平罗中学, 宁夏平罗 753405
4. 中国农业大学植物保护学院, 北京 100193)

摘要: 采用陷阱诱捕法和网捕法于2016年7月–8月对宁夏温性草原13种不同草原型的甲虫种类和数量分布进行了调查, 共获得甲虫标本1591号, 分属于10科58种, 其中直角通缘步甲 *Pterostichus gebleri* (Dejean)、麻步甲 *Carabus brandti brandti* Faldermann、短翅伪葬步甲 *Pseudotaphoxenus brevipennis* Semenov、甘肃大步甲 *Carabus gansuensis gansuensis* Semenov、暗星步甲 *Calosoma (Charmosta) lugens* Chaudoir 和蒙古伪葬步甲 *Pseudotaphoxenus mongolicus* (Jedlicka) 为优势种, 个体数量分别占总个体数的23.69%、9.68%、9.05%、8.61%、8.30%和6.28%。在种类分布上, 固原官厅乡三等长芒草 *Stipa bungeana* Trin. 型、同心郭大湾村二等大针茅 *S. grandis* P. Smirn. 长芒草型、同心张家塬乡四等大针茅长芒草型、彭阳罗洼乡三等百里香 *Thymus mongolicus* Ronn 长芒草型及彭阳孟塬乡四等铁杆蒿 *Artemisia sacrorum* Ledeb. 长芒草型等地种类和数量均较多; 多样性分析表明, 海原月亮山四等苔草 *Carex* spp.、杂类草 *Miscellaneous grass* 型集中性概率指数最大, 同心张家山村二等大针茅长芒草型多样性指数和均匀性指数均最大, 固原官厅乡三等长芒草型的丰富度指数最高; 群落相似性分析显示, 固原三营镇三等长芒草大针茅型与同心张家塬乡四等大针茅长芒草型、同心郭大湾村二等大针茅长芒草型相似性系数最高; 昆虫对生境指示作用分析表明, 胸圆高鳖甲 *Hypsosoma rotundicollis* Fairmaire 和弯齿琵甲 *Blaps (Blaps) femoralis femoralis* (Fischer von Waldheim) 分别可作为彭阳孟塬乡四等铁杆蒿长芒草型和海原高川乡三等苔草杂类草型的指示类群。

关键词: 甲虫; 温性草原; 多样性分析; 指示作用

中图分类号: Q969

文献标识码: A

文章编号: 1674–0858 (2017) 06–1287–12

Preliminary studies on species diversity of beetles in temperate grassland and their value as bioindicators

WEI Shu-Hua¹, MA Lin-Jie¹, BAI Ling², ZHANG Kai-Yang⁴, ZHANG Rong^{1*}, GAO Li-Yuan¹, WANG Ying¹, ZHU Meng-Meng¹, HUANG Wen-Guang³ (1. Institute of Plant Protection, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China; 2. Grassland Workstation of Ningxia, Yinchuan 750002, China; 3. Pinluo middle school, Pinluo 753405, Ningxia Province, China; 4. College of Plant Protection China Agricultural University, Beijing 100193, China)

Abstract: The investigation on species and distribution of beetles were carried out using pitfall traps and netting in 13 types of temperate grassland in Ningxia from July to August in 2016. During the field research, in total of 1591 beetles were collected, belonging to 58 species of 10 families. Of these beetles, six species dominated, *Pterostichus gebleri* (Dejean), *Carabus brandti brandti* Faldermann, *Pseudotaphoxenus brevipennis* Semenov, *Carabus gansuensis gansuensis* Semenov, *Calosoma (Charmosta)*

基金项目: 一二三产业融合发展科技创新示范项目课题三 (NKYZ-16-4003); 宁夏自然科学基金 (NZ15110)

作者简介: 魏淑花, 女, 1980年生, 宁夏同心人, 硕士, 副研究员, 研究方向为农业昆虫与害虫防治研究, E-mail: weishuhua666@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: yczhrnx@163.com

收稿日期 Received: 2017–07–27; 接受日期 Accepted: 2017–10–30

lugens Chaudoir and *Pseudotaphoxenus mongolicus* (Jedlicka) accounting for 23.69% , 9.68% , 9.05% , 8.61% , 8.30% and 6.28% of the total , respectively. There were more species and quantities in the third grade *Stipa bungeana* Trin. type of Guanting town of Guyuan city , the second grade *Stipa grandis* P. Smirn and *Stipa bungeana* type of Guodawan village of Tongxing county , the fourth grade *S. grandis* and *S. bungeana* type of Zhangjiayuan town of Tongxing county , the third grade *Thymus mongolicus* and *S. bungeana* type of Luowa town of Pengyang county and the fourth grade *Artemisia gmelinii* and *S. bungeana* type of Mengyuan town of Pengyang county. Diversity analysis showed that concentration probability index of beetles was maximum in the fourth grade *Carex* spp. and miscellaneous grass type of moon mountain of Haiyuan county. The diversity and evenness indexes of beetles were the highest in the second grade *S. grandis* add *S. bungeana* type of Zhangjiashan village of Tongxing county. There were biggest richness index in the third grade *S. bungeana* type of Guanting town of Guyuan city. There were maximum similarity coefficient among the third *S. bungeana* and *S. grandis* type of Sanying town of Guyuan city , the fourth grade *S. grandis* and *S. bungeana* type of Zhangjiayuan town of Tongxing county and the second grade *S. grandis* and *S. bungeana* type of Guodawan village of Tongxing county. Using the indicator-value method to analysis species as an indicator of habitat , the results showed that *Hypsosoma rotundicolle* Fairmaire and *Blaps* (*Blaps*) *femoralis femoralis* (Fischer von Waldheim) were respectively indicators of the fourth grade *A. gmelinii* and *S. bungeana* type of Mengyuan town of Pengyang county and the third grade *Carex* and miscellaneous grass type of Songchuan village of Haiyuan county.

Key words: Beetles; temperate grassland; diversity analysis; bioindicator

生物多样性研究是目前生物学界的研究热点之一 (马克平等, 2004) 。利用昆虫作为生物指示类群研究物种多样性的变化与空间格局, 已成为生物多样性研究的一个重要方面 (周红章, 2000; 周红章等, 2000) 。鞘翅目昆虫是昆虫纲中种类和数量最丰富的类群之一, 其中, 甲虫种类的数量变化可作为监测环境变化的重要指标 (Klein , 1989; Eyre *et al.* , 1996; Gibbs and Stanton , 2001; 于晓东等, 2004) 。

宁夏回族自治区属于温带气候, 其境内草原均属温带草原, 从南至北分布的草原类型主要有温性草甸草原、温性草原、温性荒漠草原及温性草原化荒漠等。温性草原作为宁夏第二大主体草原, 全区共有 63.59 万 hm^2 , 占总草原面积 26.03% , 主要分布于宁夏南部广大的黄土丘陵地区, 年降水量为 300 – 500 mm , 土壤主要为黑垆土类, 植被主要建群种有长芒草 *Stipa bungeana* Trin. 、硬质早熟禾 *Poa sphondylodes* Trin. 、铁杆蒿 *Artemisia sacrorum* Ledeb. 、牛枝子 *Lespedeza potaninii* Vass. 、百里香 *Thymus mongolicus* Ronn. 、阿尔泰狗娃花 *Heteropappus altaicus* (Willd.) Novopokr. 、星毛委陵菜 *Potentilla acaulis* L. 、冷蒿 *Artemisia frigida* Wild. Sp. Pl. 、芨蒿 *Artemisia giraldii* Pamp. 、大针茅 *Stipa grandis* P. Smirn. 、糙隐子草 *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng 等, 包

括 6 个草原组, 55 个草原型, 形成了多种多样的草原生态景观, 相应昆虫资源十分丰富, 物种多样性较高 (张蓉等, 2014) 。

甲虫作为地球上进化最为成功和物种数量最为庞大的生物类群 (Zhang , 2013) , 在宁夏发生分布资源同样丰富。据记载, 在宁夏发生分布的甲虫共有 2 亚目 13 总科 48 科 460 属 1019 种 (白玲, 2016) 。有关宁夏甲虫尤其是荒漠草原甲虫研究报道较多 (贺奇等, 2011; 杨贵军等, 2012; 张大治等, 2012; 杭佳等, 2014) , 而有关温性草原甲虫种类、多样性及指示作用的研究较少。为此, 本研究拟对宁夏温性草原 13 种不同草原型甲虫种类、数量、多样性及对环境的指示作用等方面进行分析研究, 旨在明确温性草原不同草原型的甲虫物种多样性变化及其对环境的指示作用, 以期为我区乃至全国草原植被恢复、脆弱植被类型的保护及整个自然生境的保护提供昆虫学方面的支持。

1 材料与方法

1.1 监测区确定

根据我区温性草原不同型及草原等级, 采用 GPS 定位, 确定建立了 13 种型和草原等级不同的监测区, 分别分布在同心郭大湾、同心张家山、

同心张家塬、固原三营、固原官厅、固原甘城、海原南华山、海原嵩川、海原月亮山等地，监测彭阳孟塬、彭阳罗洼、固原寨科、西吉红耀乡、区分布及草原类型见表 1。

表 1 宁夏温性草原 13 种草原型基本概况
Table 1 The basic situation of 13 types temperate grassland

草原型 Grasslandtypes	草原等级 Grasslandgrade	分布 Distribution	鲜重 (g/m ²) Freshweight	干重 (g/m ²) Dryweight	植被盖度 (%) Vegetation coverage
DZM + CMC	二等 The second grade	同心郭大湾村 Guodawan village of Tongxing county	302. 01	202. 83	94. 00
DZM + CMC	二等 The second grade	同心张家山村 Zhangjiashan village of Tongxing county	144. 43	105. 88	86. 33
DZM + CMC	四等 The fourth grade	同心张家塬乡 Zhangjiayuan town of Tongxing county	271. 66	162. 56	88. 56
CMC + DZM	二等 The second grade	固原三营镇 Sanying town of Guyuan city	123. 02	70. 75	53. 33
CMC	三等 The third grade	固原官厅乡 Guanting town of Guyuan city	258. 33	128. 61	96. 00
CMC	三等 The third grade	固原甘城乡 Gancheng town of Guyuan city	97. 63	80. 28	61. 33
CMC	二等 The secong grade	固原寨科乡 Zhaike town of Guyuan city	658. 45	403. 75	99. 33
TGH + CMC	四等 The fourth grade	彭阳孟塬乡 Mengyuan town of Pengyang county	393. 46	212. 20	99. 67
BLX + CMC	三等 The third grade	彭阳罗洼乡 Luowa town of Pengyang county	238. 17	134. 00	99. 00
TGH + ZLC	三等 The third grade	西吉红耀乡 Hongyao town of Xiji county	202. 41	146. 83	80. 33
TC + ZLC	四等 The fourth grade	海原南华山 Nanhua Mountain of Haiyuan county	574. 05	199. 30	96. 67
TC + ZLC	三等 The third grade	海原嵩川乡 Songchuan town of Haiyuan county	99. 17	70. 98	48. 33
JH + ZLC	四等 The fourth grade	海原月亮山 Moon Mountain of Haiyuan county	143. 43	94. 09	80. 33

注: 1. 表中草原等级划分标准为: 一等, 优等牧草占总产量≥60%; 二等, 良等以上牧草占总产量≥60%; 三等, 中等以上牧草占总产量≥60%; 四等, 低等以上牧草占总产量≥60%; 五等, 劣等和不可食牧草占总产量≥40%。2. 第一列中缩写字符代表不同草原型: DZM + CMC, 大针茅长芒草型; CMC + DZM, 长芒草大针茅型; CMC, 长芒草型; TGH + CMC, 铁杆蒿长芒草型; BLX + CMC, 百里香长芒草型; TGH + ZLC, 铁杆蒿杂类草型; TC + ZLC, 苔草杂类草型; JH + ZLC, 芨蒿杂类草型。下同。Note: 1. The standard of grassland classification in the table is: first , the excellent forages is 60%; Second , good grasses make up 60% of the total output; Third , the total output of grass in medium and above is 60%; Fourth , the total output of grass is 60%; Fifth , the total output of the inferior and non-edible forage is 40%. 2. The initials in the first column represent the different grassland types: DZM + CMC is *Stipa grandis breviflora* and *S. bungeana* type; CMC + DZM is *S. bungeana* and *S. grandis breviflora* type; CMC is *S. bungeana* type; TGH + CMC is *Artemisia gmelinii* and *S. bungeana* type; BLX + CMC is *Thymus mongolicus* and *S. bungeana* type; TGH + ZLC is *A. gmelinii* and miscellaneous grass type; TC + ZLC is *C. tristachya* and miscellaneous grass type; JH + ZLC is *A. giraldii* and miscellaneous grass type. The same below.

1.2 草原甲虫采集方法

利用陷阱诱捕法和网捕法对温性草原不同型甲虫资源进行普查,具体方法如下:

陷阱诱捕法:采用五点取样法,每个调查点选取5个代表性样点,每个样点设置一组陷阱(5个),呈随机排列,每个调查点共设置25个陷阱。用一次性塑料水杯(高9 cm,口径7.5 cm)作为陷阱,诱杯埋入土中,上口与地表平齐,内倒入40–60 mL诱液(诱液是体积比为乙二醇:水=1:2),每个诱杯间隔不小于1 m。每隔5–7 d收集一次诱杯内昆虫,并同时更换诱液。昆虫带回实验室制作标本并鉴定,记录每个样点调查的种类与数量。

网捕法:采用五点取样法,每个调查点选取5个代表性取样点,每个取样点采用捕虫网扫网采集,每次30复网,每个取样点重复3次,共90复网采集的昆虫装入一个网袋。网袋内的昆虫带回实验室统计并制作标本,记录每个样点调查的种类与数量。

1.3 甲虫多样性分析方法

甲虫多样性分析参考马克平和刘玉明进行(马克平和刘玉明,1994)。

1.4 指示甲虫分析方法

利用指示值法计算不同生物种的指示值,以生物种对生境的特异性(specificity)和适宜性(fidelity)为基础,特异性(A_{ij})和适宜性(B_{ij})的计算参考刘新民和杨劼(刘新民和杨劼,2005)。

1.5 数据分析

所有数据采用Excel 2007 进行整理和分析。

2 结果与分析

2.1 宁夏温性草原甲虫种类及数量分布

经对宁夏13种温性草原不同型甲虫标本的采集及鉴定,得到如下结果:共获得甲虫标本10科58种1591头。种类分布较多的型有,固原官厅乡三等长芒草型22种144头、同心郭大湾村二等大针茅长芒草型21种245头、同心张家塬乡四等大针茅长芒草型21种151头、彭阳罗洼乡三等百里香长芒草型21种104头、彭阳孟塬乡四等铁杆蒿长芒草型17种110头,其中固原官厅乡三等长芒草型的优势种为黑覆葬甲 *Nicrophorus concolor* Kraatz 和麻步甲 *Carabus brandti brandti* Faldermann,

同心郭大湾村二等大针茅长芒草型的优势种为直角通缘步甲 *Pterostichus gebleri* (Dejean)、麻步甲和强通缘步甲 *Pterostichus validior* Tschitschérine,同心张家塬乡四等大针茅长芒草型的优势种为白星花金龟 *Protaetia brevitarsis* (Lewis),彭阳罗洼乡三等百里香长芒草型的优势种为麻步甲,彭阳孟塬乡四等铁杆蒿长芒草型的优势种为蒙古伪葬步甲 *Pseudotaphoxenus mongolicus* (Jedlicka);而海原月亮山四等芨蒿杂类草型7种42头、海原南华山四等苔草杂类草型7种240头及西吉红耀乡三等铁杆蒿杂类草型8种50头,甲虫种类及数量较少(表2)。

2.2 宁夏温性草原甲虫多样性分析

13种温性草原型之间昆虫群落指数存在一定差异(表3)。海原月亮山四等芨蒿、杂类草型集中性概率指数最大,为0.49,而其丰富度指数、多样性指数和均匀性指数均相对较小,分别为1.34、1.06和0.59,说明该区域昆虫群落结构变动较大,害虫发生潜在风险高;而同心张家山二等大针茅、长芒草型集中性概率指数最小,昆虫多样性指数和均匀性指数均最大,分别为2.15和0.90,丰富度指数也较高,为3.03,说明该区域昆虫群落结构最为稳定;固原官厅乡三等长芒草型的丰富度指数和多样性指数最高,分别为4.02、2.15;彭阳罗洼乡三等百里香、长芒草型丰富度指数最高,为4.02。

2.3 宁夏温性草原甲虫相似性分析

各个样区虽都属于温性草原,但由于其属于不同型及植被种类不同,导致其在昆虫种类上存在很大差异,因此,各个样区间昆虫群落相似性均较低(表4)。其中,固原三营镇三等长芒草大针茅型与同心张家塬乡四等大针茅长芒草型、同心郭大湾村二等大针茅长芒草型相似性系数最高,为0.45,处于中等不相似水平($0.25 \leq q < 0.50$),其次为同心郭大湾村二等大针茅长芒草型与同心张家塬乡四等大针茅、长芒草型、同心张家山村二等大针茅长芒草型,相似性系数分别为0.43、0.41,均处于中等不相似水平($0 < q < 0.25$);海原嵩川乡三等苔草杂类草型与固原三营镇三等长芒草大针茅型、彭阳孟塬乡四等铁杆蒿长芒草型、彭阳罗洼乡三等百里香长芒草型、西吉红耀乡三等铁杆蒿杂类草型处于中等不相似水平,与其他各检测区处于极不相似水平;海原南华山四等苔草杂类草型与固原寨科乡二等大芒草型处于中等

表 3 温性草原不同草原型甲虫多样性分析
Table 3 The diversity of beetles of 13 types temperate grassland

草原型 Grassland types	草原等级 Grassland grade	丰富度指数 (D) Richness index	集中性概率指数 (λ) Convergence index	多样性指数 (H') Diversity index	均匀性指数 (E) Evenness index
DZM + CMC	二等 The second grade	3.45	0.28	1.74	0.58
DZM + CMC	二等 The second grade	3.03	0.11	2.15	0.90
DZM + CMC	四等 The fourth grade	3.54	0.18	2.07	0.69
CMC + DZM	二等 The second grade	2.02	0.43	1.33	0.53
CMC	三等 The third grade	4.02	0.17	2.15	0.71
CMC	三等 The third grade	2.68	0.19	1.93	0.81
CMC	二等 The second grade	3.21	0.24	1.84	0.66
TGH + CMC	四等 The fourth grade	4.02	0.16	2.18	0.73
BLX + CMC	三等 The third grade	2.25	0.26	1.63	0.68
TGH + ZLC	三等 The third grade	1.53	0.29	1.50	0.77
TC + ZLC	四等 The fourth grade	0.91	0.45	0.95	0.53
TC + ZLC	三等 The third grade	2.05	0.22	1.75	0.76
LH + ZLC	四等 The fourth grade	1.34	0.49	1.06	0.59

不相似水平 (0.31), 与其他各检测区处于极不相似水平; 西吉红耀乡三等铁杆蒿杂类草型、固原寨科乡二等长芒草型、固原甘城乡三等长芒草型与其他各检测区处于极不相似水平; 彭阳罗洼乡三等百里香长芒草型与同心郭大湾村二等大针茅长芒草型 (0.33) 和固原官厅乡三等长芒草型 (0.37) 处于中等不相似水平, 与其他各区处于极不相似水平; 彭阳孟塬乡四等铁杆蒿长芒草型与同心张家山村二等大针茅长芒草型 (0.29)、固原甘城乡三等长芒草型 (0.23) 处于极不相似水平。

2.4 宁夏温性草原指示甲虫分析

部分甲虫可作为温性草原不同类型的监测类型, 如麻步甲、强通缘步甲和直角通缘步甲 3 种步甲可作为同心郭大湾村二等大针茅长芒草型的监测昆虫, 直角通缘步甲和钝齿琵甲 2 个种可作为固原甘城乡三等长芒草型的监测昆虫, 甘肃大步甲和暗星步甲 2 种步甲可作为海原南华山四等苔草杂类草型的监测昆虫; 圆胸高髻甲 *Hypsosoma rotundicolle* Ren & Zheng 和弯齿琵甲 *Blaps (Blaps) femoralis femoralis* (Fischer & Waldheim, 1844) 分别可作为彭阳孟塬乡四等铁杆蒿长芒草型和海原蒿川乡三等苔草杂类草型的指示类群 (表 5)。

3 结论与讨论

植被的不同导致生活在其中的昆虫类群存在差异, 而这种差异一方面反映了昆虫对生境变化的响应, 也反映了生物群落中物种之间相互关系的变化。本文通过对宁夏温性草原 13 种草原型甲虫的采集与鉴定初步得知。在种类分布上, 固原官厅乡三等长芒草型 22 种 144 头、同心郭大湾村二等大针茅长芒草型 21 种 245 头、同心张家塬乡四等大针茅长芒草型 21 种 151 头、彭阳罗洼乡三等百里香长芒草型 21 种 104 头、彭阳孟塬乡四等铁杆蒿长芒草型 17 种 110 头, 种类及数量相对较多, 而海原月亮山四等芨芨蒿杂类草型 7 种 42 头、海原南华山四等苔草杂类草型 7 种 24 头及西吉红耀乡三等铁杆蒿杂类草型 8 种 50 头, 种类及数量均较少。这种分布方式与昆虫所处生境的植被、土壤以及降水量有一定的关系。

多样性指数分析表明, 宁夏温性草原 13 种草原型中, 海原月亮山四等芨芨蒿、杂类草型集中性概率指数最大, 同心张家山村二等大针茅长芒草型多样性指数和均匀性指数均最大, 固原官厅乡三等长芒草型的丰富度指数和多样性指数最高, 彭阳罗洼乡三等百里香、长芒草型丰富度指数最

表 5 不同甲虫对温性草原各草原型的指示作用
Table 5 The indicative function of beetles of 13 types temperate grassland

种名 Species	DZM + CMC 二等 The second grade	DZM + CMC 二等 The second grade	DZM + CMC 二等 The second grade	CMC + DZM 二等 The second grade	CMC 三等 The third grade	CMC 三等 The third grade	CMC 二等 The second grade	TGH + CMC 四等 The fourth grade	BLX + CMC 三等 The third grade	TGH + ZLC 三等 The third grade	TC + ZLC 四等 The fourth grade	TC + ZLC 三等 The third grade	JH + ZLC 四等 The fourth grade
	grade	grade	grade	grade	grade	grade	grade	grade	grade	grade	grade	grade	grade
麻步甲 <i>Carabus brandti brandti</i>	14.29	0.09	0.00	25.81	19.82	12.17	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00
刻翅步甲 <i>Carabus sculptipennis sculptipennis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
粗皱步甲指名亚种 <i>Carabus crassesculptus crassesculptus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.18	0.00	0.00	1.82	0.00	0.00
甘肃大步甲 <i>Carabus gansuensis gansuensis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	30.66	0.00	0.00	41.61	0.00	0.00
短翅伪葬步甲 <i>Pseudotaphoxenus brevipennis</i>	0.14	0.00	0.56	0.14	1.11	0.14	0.42	35.42	2.50	13.89	1.11	2.50	12.08
暗星步甲 <i>Calosoma (Charmosta) lugens</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.09	0.15	0.00
强通缘步甲 <i>Pterostichus validior</i>	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
蒙古伪葬步甲 <i>Pseudotaphoxenus mongolicus</i>	2.75	0.37	1.65	0.18	1.10	0.00	0.00	1.10	52.29	7.34	0.00	6.61	1.47
列穴婪步甲 <i>Harpalus (Harpalus) lumbaris</i>	6.67	5.00	13.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黄唇虎甲 <i>Cephalota chiloleuca</i>	0.00	0.00	16.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
异色猛步甲 <i>Cymindis (Menas) daimio</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33	3.33	0.00	20.00	3.33	0.00	0.00	0.00
双斑猛步甲 <i>Cymindis (Tarsostinus) binotata</i>	6.67	0.00	26.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
直角通缘步甲 <i>Pterostichus gebleri</i>	16.89	0.19	2.43	4.66	28.54	4.66	1.17	1.17	7.77	4.66	0.00	1.26	0.05
日本覆葬甲 <i>Nicrophorus japonicus</i>	0.59	2.94	15.29	8.24	12.35	8.24	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00

续上表

种名 Species	DZM + CMCDZM + CMCDZM + CMCCMC + DZM				CMC				TGH + CMBLX + CMCTGH + ZLC				TC + ZLC				JH + ZLC			
	二等 The second grade	二等 The second grade	四等 The fourth grade	二等 The second grade	三等 The third grade	三等 The third grade	二等 The second grade	四等 The fourth grade	三等 The third grade	三等 The third grade	四等 The fourth grade	三等 The third grade	四等 The fourth grade	三等 The third grade	四等 The fourth grade	三等 The third grade	四等 The fourth grade	三等 The third grade	四等 The fourth grade	三等 The third grade
中国覆葬甲 <i>Nicrophorus sinensis</i>	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黑覆葬甲 <i>Nicrophorus concolor</i>	1.13	0.00	6.20	1.13	48.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
曲亡葬甲 <i>Thanatophilus sinuatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
寡肋亡葬甲 <i>Nicrophorus roborowskyi</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
双斑冥葬甲 <i>Promascopeus plagiatius</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
中华喙蝇 <i>Onthophagus sinicus</i>	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
公羊喙蝇 <i>Onthophagus tragus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	14.29	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
点亲喙蝇 <i>Onthophagus punctator</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
白星花金龟 <i>Protaetia (Liocola) brevitarsis</i>	0.68	0.34	47.80	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	4.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
墨侧裸蝇 <i>Gymnopleurus mopsus mopsus</i>	2.22	0.00	0.00	0.00	15.56	0.00	0.00	0.00	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
臭蝇 <i>Copris ochus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
黑绒金龟 <i>Maladera (Omaladera) orientalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
玫瑰皮蠹 <i>Dermestes (Dermestinus) dimidiatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	16.67	0.00	0.00	0.00	3.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
异色瓢虫 <i>Harmonia axyridis</i>	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
横带瓢虫 <i>Coccinella trifasciata trifasciata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

续上表

[illegible]

续上表

[illegible]

高; 固原三营镇三等长芒草大针茅型与同心张家塬乡四等大针茅长芒草型、同心郭大湾村二等大针茅长芒草型相似性系数最高, 处于中等不相似水平 ($0.25 \leq q < 0.50$), 其次为同心郭大湾村二等大针茅长芒草型与同心张家塬乡四等大针茅、长芒草型、同心张家山村二等大针茅长芒草型, 相似性系数分别为 0.43、0.41, 均处于中等不相似水平 ($0 < q < 0.25$), 其他各区相似性水平均较低。

甲虫对环境指示值大小计算表明, 圆胸高鳖甲和弯齿琵甲分别可作为彭阳孟塬乡四等铁杆蒿长芒草型和海原嵩川乡三等苔草杂类草型的指示物种, 相关步甲可作为其它温性草原型监测类群。

本文研究了宁夏不同地区 13 种温性草原型的甲虫种类、数量、分布、群落结构及其对环境指示作用等方面。结果表明, 不仅不同型等级间存在差异, 而且同一型下等级间也存在差异。相关研究表明, 影响甲虫分布的因素很多, 除植被之外, 温度、湿度、地表覆盖物及演替阶段等环境因素都已被证明可影响甲虫分布 (Jennings *et al.*, 1986; Epstein and Kulman, 1990)。因此, 宁夏温性草原不同型及等级间甲虫分布存在差异的原因需进一步分析研究。

参考文献 (References)

- Bai L. Species Diversity and Biogeography of Beetles from Ningxia of China [D]. Baoding: The Dissertation for the Degree of Master Science of Hebei University. [白玲. 宁夏甲虫的物种多样性与生物地理 [D]. 保定: 河北大学硕士论文, 2016]
- Epstein ME, Kulman HM. Habitat distribution and seasonal occurrence of carabid beetles in East-central Minnesota [J]. *The American Midland Naturalist*, 1990, 123 (2): 209–225.
- Eyre MD, Lott DA, Garside A. Assessing the potential for environmental monitoring using ground beetles (Coleoptera: Carabidae) with riverside and Scottish data [J]. *Annales Zoologici Fennici*, 1996, 33: 157–163.
- Gibbs JP, Stanton EJ. Habitat fragmentation and arthropod community change, carrion beetles, phoretic mites and flies [J]. *Ecological Applications*, 2001, 11 (1): 79–85.
- Hang J, Shi Y, Liu WH, *et al.* Diversity of ground-dwelling beetles (Coleoptera) in restored habitats in the hill and gully area of Loess Plateau, Ningxia Hui Autonomous Region [J]. *Biodiversity Science*, 2014, 22 (4): 516–524. [杭佳, 石云, 刘文惠, 等. 宁夏黄土丘陵区不同生态恢复生境地地表甲虫多样性 [J]. 生物多样性, 2014, 22 (4): 516–524.]
- He Q, Wang XP, Yang GJ. Species diversity of carabid beetles in desert-steppe in Yanchi of Ningxia [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31 (4): 923–932. [贺奇, 王新谱, 杨贵军. 宁夏盐池荒漠草原步甲物种多样性 [J]. 生态学报, 2011, 31 (4): 923–932]
- Jennings DT, Housewart MW, Dunn GA. Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) associated with strip clear cut and dense spruce-fir forests of Maine [J]. *The Coleopterists Bulletin*, 1986, 40 (3): 251–263.
- Klein BC. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia [J]. *Amazonia Ecology*, 1989, 70 (6): 1715–1725.
- Liu XM, Yang J. Application of macrofauna as bioindicators of artificial plant succession in Shapotou region [J]. *Journal of Desert Research*, 2005, 25 (1): 40–44. [刘新民, 杨劼. 沙坡头地区人工固沙植被演替中大型土壤动物生物指示作用研究 [J]. 中国沙漠, 2005, 25 (1): 40–44]
- Ma KP, Liu YM. Measurement of biotic community diversity I: α diversity (Part 2) [J]. *Biodiversity Science*, 1994, 2 (4): 231–239. [马克平, 刘玉明. 生物多样性测定方法: α -多样性 [J]. 生物多样性, 1994, 2 (4): 231–239]
- Ma KP, Mi XC, We W, *et al.* Advances in Biodiversity Conservation and Research [M]. Beijing: China Meteorological Press, 2004: 110–125. [马克平, 米湘成, 魏伟, 等. 生物多样性研究进展 [M]. 北京: 气象出版社, 2004: 110–125]
- Yang GJ, He HM, Wang XP. The time structure and population dynamics of the desert-steppe darkling beetle community in Yanchi, Ningxia, China [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2012, 49 (6): 1610–1617. [杨贵军, 贺海明, 王新谱. 盐池荒漠草地拟步甲昆虫群落时间结构和动态 [J]. 应用昆虫学报, 2012, 49 (6): 1610–1617]
- Yu XD, Luo TH, Zhou HZ. Species diversity of litter layer beetles in four forest types in eastern Hengduan mountain region [J]. *Zoological Research*, 2004, 25 (1): 7–14. [于晓东, 罗天宏, 周红章. 横断山区东部四种林型地表甲虫的物种多样性 [J]. 动物学研究, 2004, 25 (1): 7–14]
- Zhang DZ, Chen X, He DH. Species diversity of darkling beetles in desert landscape and their value as bioindicators [J]. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 2012, 49 (1): 229–235. [张大治, 陈曦, 贺达汉. 荒漠景观拟步甲科昆虫多样性及其对生境的指示作用 [J]. 应用昆虫学报, 2012, 49 (1): 229–235]
- Zhang R, Wei SH, Gao LY, *et al.* Colored pictorial handbook of grassland insects in Ningxia [M]. Beijing: China's Agricultural Science and Technology Press, 2014. [张蓉, 魏淑花, 高立原, 等. 宁夏草原昆虫原色图鉴 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2014]
- Zhang ZQ. Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness [J]. *Zootaxa*, 2013, 37 (3): 1–82.
- Zhou HZ. Species and species diversity [J]. *Biodiversity Science*, 2000, 8 (2): 215–226. [周红章. 物种与物种多样性 [J]. 生物多样性, 2000, 8 (2): 215–226]
- Zhou HZ, Yu XD, Luo TH, *et al.* How does species diversity change [J]. *Biodiversity Science*, 2000, 8 (3): 325–336. [周红章, 于晓东, 罗天宏, 等. 物种多样性变化格局与时空尺度 [J]. 生物多样性, 2000, 8 (3): 325–336]