

荒漠景观拟步甲科昆虫多样性及其对生境的指示作用^{*}

张大治^{1,3**} 陈曦^{2,3} 贺达汉^{2,3}

(1. 宁夏大学生命科学学院 银川 750021; 2. 宁夏大学农学院 银川 750021;
3. 宁夏大学 西北退化生态系统恢复与重建教育部重点实验室 银川 750021)

摘 要 本研究在宁夏灵武白芨滩国家级自然保护区北部荒漠景观下的磁窑堡地区,选取典型荒漠草原区(DS)、人工柠条林种植区(CCL1, CCL2)及流沙人工封育区(SDE1, SDE2, SDE3)3类生境共6块样地,于2010年4月至8月以巴氏罐诱法采集该地区拟步甲科昆虫,研究该地区拟步甲科昆虫多样性及其对生境的指示作用。结果共获得标本3406头,计12属22种,其中东鳖甲属 *Anatolica* 和小鳖甲属 *Microdera* 为优势属,波氏东鳖甲 *Anatolica potanini* Reitter、阿小鳖甲 *Microdera kraatz alashanica* Skopin、小丽东鳖甲 *Anatolica amoenula* Reitter 和尖尾东鳖甲 *Anatolica mucronata* Reitter 为优势种。在流沙人工封育区的SDE1样地物种丰富度指数、均匀度指数和多样性指数最高,SDE3样地个体数量和优势度指数最高;人工柠条林种植区的CCL1样地个体数量最低。聚类分析结果表明流沙人工封育区与荒漠草原区、人工柠条种植区在物种组成及生境相似性方面差异较大。利用指示值法确定不同生境的特征指示种类,结果显示波氏东鳖甲、谢氏宽漠王 *Mantichorula semenowi* Reitter、尖尾东鳖甲可作为流沙封育区特征指示种;突角漠甲 *Trigonocnera pseudopimelia* (Reitter)、中华砚甲 *Cyphogenia chinensis* (Faldernmann)和纳氏东鳖甲 *Anatolica nureti* Schuster et Reymond 可作为荒漠草原特征指示种;蒙古漠王 *Platyope mongolica* Faldernmann、多毛宽漠甲 *Sternoplax setosa setosa* (Bates)、克小鳖甲 *Microdera kraatzi* (Reitter)是生境恢复的监测种;小丽东鳖甲 *Anatolica amoenula* Reitter 等种类可作为生境退化的监测种。

关键词 拟步甲, 荒漠景观, 昆虫多样性, 指示种, 白芨滩国家级自然保护区

Species diversity of darkling beetles in desert landscape and their value as bioindicators

ZHANG Da-Zhi^{1,3**} CHEN Xi^{2,3} HE Da-Han^{2,3}

(1. School of Life Science, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 2. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan 750021, China; 3. Key Laboratory for Restoration and Reconstruction of Degraded Ecosystem in North-western China of Ministry of Education, Ningxia University, Yinchuan 750021, China.)

Abstract The species diversity of darkling beetles in six plots within Desert Steppe (DS), Cultivated Caragana Land (CCL1, CCL2) and Shifting Dune Enclosures (SDE1, SDE2, SDE3) in the Ningxia Lingwu Baijitan National Nature Reserve was surveyed from April to August in 2010. A total of 3406 darkling beetles were collected by pitfall traps. The results show that all specimens belonged to 22 species and 12 genera. *Anatolica* and *Microdera* were the dominant genera and *Anatolica potanini* Reitter, *Anatolica kraatz alashanica* Skopin, *Anatolica amoenula* Reitter and *Anatolica mucronata* Reitter were the dominant species. Species richness, evenness and diversity were highest in the SDE1 plot. The dominance index and number of individuals were the highest in SDE3 plot. The CCL1 plot had the lowest number of beetles. Cluster analysis indicates that the community structure and habitat of the SDE and DS plots were quite dissimilar. Using the indicator-value (IndVals) method to analysis species as an indicator of habitat, the results show that *A. potanini*, *Mantichorula semenowi* Reitter, *A. mucronata* were indicators of SDE. *Trigonocnera pseudopimelia* (Reitter),

^{*} 资助项目:国家自然科学基金(31160435, 30760045)、宁夏自然科学基金(NZ1162)、宁夏大学自然科学基金(NDZR10-11)。

^{**} E-mail: zdz313@nxu.edu.cn

收稿日期:2011-03-16, 接受日期:2011-04-23

Cyphogenia chinensis (Faldernann) and *A. nureti* were indicators of DS. *Platyope mongolica* Faldernann, *Sternoplax setosa setosa* (Bates) and *Microdera kraatzi* (Reitter) can be regarded as indicators of habitat restoration in desert regions and *A. amoenula* can be regarded as an indicator of habitat degradation in desert regions.

Key words darkling beetles, desert landscape, insect diversity, bioindicator, Beijitan National Nature Reserve

景观的破碎化程度、斑块大小、生境质量、边缘效应及周边景观等因子对生物多样性都有一定的影响 (Fahrig, 2003; 刘建峰等, 2005; Grimbacher and Stork, 2009)。宁夏灵武白芨滩国家级自然保护区是我国面积最大的天然柠条林和西北最大的猫头刺荒漠类型自然保护区, 保护区内分布着珍稀植物沙冬青 (*Ammopiptanthus mongolicus*)、药用植物甘草 (*Glycyrrhiza uralensis*)、麻黄 (*Ephedra* spp.) 及苦豆子 (*Sophora alopecuroides*) 等多种旱生沙生植物, 在我国荒漠类型生境中具有独特景观 (宋朝枢和王有德, 1999)。近些年来, 伴随着人工沙漠治理工程开展, 使得保护区内植被呈点、片、带状分布, 构成典型破碎化荒漠景观格局 (张大治等, 2010)。景观破碎化致使生物适宜生境面积丧失, 适宜空间格局和生境的质量变化, 进而导致生物多样性减少和物种濒危 (Fahrig, 2003; 刘建峰等, 2005)。

由于昆虫对于环境的变化非常敏感, 很适合作用来描述生境的精细特征及指示生境的细微变化, 可用作较大尺度生态系统的指示性生物来监测环境及群落的变化趋势 (Golden and Crist, 1999; Kruess, 2003)。拟步甲科昆虫是我国北方荒漠 (化) 草原的优势类群, 其对荒漠环境的特殊适应能力被称为沙漠的“典型宿主”和土壤沙化程度轻重的“指示虫类” (任国栋和于有志, 1999; Bates et al., 2006; 张大治等, 2008)。但是哪些物种可以作为荒漠景观中不同生境的特征指示种? 哪些物种可以作为生境恢复或退化的生态监测种等尚未见报道。因此研究它们的多样性变化和环境之间的关系, 这对于揭示荒漠景观格局与昆虫多样性变化之间的响应机制, 进一步了解在开展人工沙漠化治理过程中, 干扰、生境破碎化对昆虫多样性组合的影响, 利用对环境变化、荒漠生态系统和生物多样性有明显指示作用的生态指示种, 为保护区生态建设、开展保护区荒漠生态系统健康评价等具有重要的现实意义。

1 材料与方法

1.1 研究区概况及样地设定

样地位于宁夏灵武白芨滩国家级自然保护区北部的磁窑堡地区, 地理坐标为 $N38^{\circ}06' \sim 38^{\circ}07'$, $E106^{\circ}37' \sim 106^{\circ}38'$, 海拔 1 290 ~ 1 325 m。该地区气候干燥, 雨量少而集中, 蒸发强烈, 年降水量 212 mm, 多集中在 7—9 月, 年蒸发量 2 634.5 mm; 温差较大, 无霜期短, 年均温 8.6 $^{\circ}\text{C}$, 气温年差为 32.3 $^{\circ}\text{C}$, 1 月平均气温 -9.5 $^{\circ}\text{C}$, 7 月平均气温 22.8 $^{\circ}\text{C}$, 沙面最高温度达 64.8 $^{\circ}\text{C}$ (宋朝枢和王有德, 1999)。

依据植被类型, 选择 3 类生境 6 个样地斑块, 每块样地大小为 500 m $\times$ 200 m, 样地间距 500 m 以上。样地设定及植被特征如下: (1) 荒漠草原生境: 1 块样地, 记作 DS, 植被以短花针茅 (*Stipa breviflora*) 和珍珠柴 (*Salsola passerina*) 为建群种, 小灌木红砂 (*Reaumuria soongorica*)、白刺 (*Nitraria tangutorum*)、合头草 (*Sympegma regelii*)、丛生禾草糙隐子草 (*Cleistogenes squarrosa*) 等为常见种; (2) 人工柠条林种植生境: 2 块样地, 分别记为 CCL1 和 CCL2, 柠条 (*Caragana korshinskii*) 以条带状分布, 每 3 行为一条带, 条带上株距 2 m, 行距 2 m, 2 条带间隔 6 m, 生境内以猪毛蒿 (*Artemisia scoparia*) 占优势, 高度 20 cm 左右, 伴生有砂珍珠豆 (*Oxytropis psamocharis*)、脓疮草 (*Panzeria alaschanica*)、匍根骆驼蓬 (*Peganum nigellastrum*) 等, 其中 CCL2 靠近居民区, 人为干扰较大。 (3) 流沙人工封育生境: 3 块样地, 根据沙化程度由低到高分别记为 SDE1、SDE2 和 SDE3, 其中 SDE1 样地是自然恢复区, 多以强旱生骆驼蓬 (*Peganum harmala*)、银灰旋花 (*Convolvulus ammannii*)、一年生画眉草 (*Eragrostis pilosa*)、蒺藜 (*Tribulus terrestris*)、刺蓬 (*Salsola collina*)、虫实 (*Corispermum* spp.) 等组成; SDE2 样地由人工栽培的黑沙蒿 (*Atemisia ordosica*)、柠条 (*Caragana* spp.)、沙冬青以及少量的甘草、苦豆子、牛心朴子 (*Cynanchun komatovill*)、长芒草 (*Stipa bungeana*) 等自然植被;

SDE3 样地由零星的黑沙蒿和 1 年生草本的沙米 (*Agriophyllum squarrosum*)、刺蓬组成,沙米占群落 70% 以上。

1.2 研究方法

昆虫调查采用巴氏罐诱法(于晓东等,2003,2006),在上述 6 块样地内每块样地分别下设 5 个 4 m × 8 m 样方,共设定 30 个小样方。小样方之间的间隔距离不小于 20 m,每小样方中诱杯间距 2 m,呈直线 3 行排列,共 15 个诱杯。利用一次性塑料杯作为诱杯,口径 7.5 cm,高 10 cm,引诱剂为醋、糖、医用酒精和水的混合物,质量比为 2:1:1:20,并加少量表面活性剂,每诱杯约加 60 ~ 70 mL 引诱剂。

各样地采用 GPS 定位,采集时间从 2010 年 4 月至 8 月,每月中旬采集 1 次,诱杯置于样地 3 d 后收取。获得的甲虫标本保存于 75% 酒精中,带回实验室制成针插标本,进行种类鉴定(高兆宁,1999;任国栋和于有志,1999;任国栋和杨秀娟,2006;任国栋和巴义彬,2010)和统计分析。

1.3 分析方法

群落多样性分析采用以下指数(马克平和刘玉明,1994;赵志模和郭依泉,1990):

(1) Shannon-Wiener 指数(H): $H = -\sum p_i \ln p_i$, $P_i = n_i/N$, P_i 为群落第 i 种个体数占总个体数的比例, n_i 为物种 i 的个体数, N 为群落中所有物种个体总数。

(2) 均匀度(J)分析采用 Pielou 均匀度指数: $J = H/H_{max}$, $H_{max} = \ln S$, S 为物种数。

(3) 优势度(C)分析采用 Simpson 优势度指数: $C = \sum (n_i/N)^2$, n_i 为物种 i 的个体数, N 为群落中所有物种个体总数。

(4) 丰富度指数采用 Margalef 丰富度指数: $D = (S-1)/\ln N$, S 为物种数, N 为群落中所有物种个体总数。

(5) 群落相似性采用 Jaccard 相似性系数(q): $q = c/(a+b-c)$, 其中 c 为 2 个群落共有物种数, a 和 b 分别为群落 A 和群落 B 的物种数。根据相似性系数原理,判断相似性程度。若 $0 < q < 0.25$, 表示群落 A 和群落 B 极不相似;若 $0.25 \leq q < 0.50$, 表示中等不相似;若 $0.50 \leq q < 0.75$, 表示中等相似;若 $0.75 \leq q < 1.00$, 表示极相似。

(6) 指示种分析采用指示值法(Dufrêne and

Legendre, 1997; 刘新民和杨劼, 2005): $\text{IndVal}_{ij} = A_{ij} \times B_{ij} \times 100$, 其中 $A_{ij} = N_{ij}/N_i$, $B_{ij} = Ns_{ij}/Ns_j$, N_{ij} 为物种 i 在组 j 各样方或地点内的个体数量平均值, N_i 为所有样方组(或生境类型)物种 i 个体数量平均值之和($N_i = \sum N_{ij}$); Ns_{ij} 为物种 i 在组 j 内出现的样方或地点数目, Ns_j 为组 j 样方或地点的总数。将指示值大于 70% 的物种确定为某一生境类型的特征指示类群,指示值介于 5% ~ 70% 的物种确定为生境类型变化的监测类群。

通过单因素方差分析分析不同样地内拟步甲群落物种多样性差异。以各样地内拟步甲物种种类的有无分布为二元性状,建立区域物种数据矩阵,基于 Jaccard 系数为聚类距离,采用类平均法(unweighted pair-group method average, UPGMA)进行系统聚类分析。

以上数据分析使用数理统计软件 DPS (V7.05) 和 Excel 完成。

2 结果与分析

2.1 拟步甲物种多样性

经过初步鉴定和数量统计,共获得拟步甲科标本 3 406 头,分属 12 属 22 种(表 1)。

由表 1 中反映出该地区拟步甲科昆虫中,优势属为东鳖甲属 *Anatolica* 和小鳖甲属 *Microdera*, 分别占总物种数的 31.8% 和 13.6%; 数量占优势的物种有波氏东鳖甲、阿小鳖甲、小丽东鳖甲和尖尾东鳖甲,分别占总个体数的 24.1%、18.2%、16.5% 和 13.9%, 其中波氏东鳖甲数量最多,共 822 只;另外,克小鳖甲、球胸小鳖甲、纳氏东鳖甲、多毛宽漠甲、突角漠甲、谢氏宽漠王和弯齿琵琶甲 7 物种占总个体数比例都在 1% ~ 10% 之间,它们合计占该地区拟步甲总个体数的 24.7%, 为该地区常见种;其余 11 种占总数比例都小于 1%, 为该地区的稀有种。以上反应了该地区拟步甲科昆虫种级分化明显、形成的稀有种占较多比例(50%) 的特点。

2.2 拟步甲昆虫群落多样性

拟步甲科昆虫群落多样性变化特征值见表 2。

由表 2 可知,3 类生境各样地间拟步甲物种数总体上差异不显著。个体数量 SDE3 样地与其他样地都有极显著性差异,其中和 CCL1 差异显著性最高($P = 0.0003$)。物种数和个体数量最丰富的

表 1 不同样地拟步甲昆虫种类和数量组成
Table 1 Species and individual numbers of darkling beetles in different plots

物种 Species	样地 Plots						总计 Total	百分数 Percentage (%)
	DS	CCL1	CCL2	SDE1	SDE2	SDE3		
中华硯甲 <i>Cyphogenia chinensis</i> (Faldermann)	5	2	0	0	0	0	7	0.2
蒙古漠王 <i>Platyope mongolica</i> Faldermann	1	2	0	4	2	0	9	0.3
谢氏宽漠王 <i>Mantichorula semenowi</i> Reitter	0	0	0	0	4	43	47	1.4
莱氏脊漠甲 <i>Pterocomma reitteri</i> Frivaldszky	11	5	12	1	0	1	30	0.9
泥脊漠甲 <i>Pterocomma vittata</i> Frivaldszky	1	1	0	0	0	0	2	0.1
多毛宽漠甲 <i>Sternoplax setosa setosa</i> (Bates)	0	0	2	38	36	5	81	2.4
突角漠甲 <i>Trigonocnema pseudopimelia</i> (Reitter)	54	13	8	0	0	0	75	2.2
克小鳖甲 <i>Microdera kraatzii</i> (Reitter)	64	44	65	73	50	26	322	9.5
阿小鳖甲 <i>Microdera kraatz alashanica</i> Skopin	128	97	149	113	80	52	619	18.2
球胸小鳖甲 <i>Microdera globata</i> (Faldermann)	22	17	29	23	15	4	110	3.2
纳氏东鳖甲 <i>Anatolica nureti</i> Schuster et Reymond	106	34	1	2	0	0	143	4.2
小丽东鳖甲 <i>Anatolica amoenula</i> Reitter	0	10	0	57	300	195	562	16.5
尖尾东鳖甲 <i>Anatolica mucronata</i> Reitter	0	1	0	9	31	434	475	13.9
无边东鳖甲 <i>Anatolica immarginata</i> Reitter	0	0	0	0	0	2	2	0.1
波氏东鳖甲 <i>Anatolica potanini</i> Reitter	0	0	0	0	18	804	822	24.1
平原东鳖甲 <i>Anatolica ebenina</i> Fairmaire	0	0	0	1	2	3	6	0.2
宁夏东鳖甲 <i>Anatolica ningxiana</i> Ren et Ba	11	3	0	2	0	0	16	0.5
波氏真土甲 <i>Eumylada potanini</i> (Reitter)	1	0	0	0	0	0	1	0.0
阿笨土甲 <i>Penthicus alashanica</i> (Reichardt)	3	0	0	0	0	0	3	0.1
条脊单土甲 <i>Monatrum tuberculiferum</i> (Reitter)	2	0	0	0	0	0	2	0.1
弯齿琵甲 <i>Blaps femoralis</i> Fischer-Waldheim	6	11	19	8	8	12	64	1.9
异距琵甲 <i>Blaps kiritshenkoi</i> Semenow et A. Bogatscheb	0	1	0	0	0	7	8	0.2
合计 Total	415	241	285	331	546	1 588	3 406	100

表 2 不同样地拟步甲昆虫群落多样性
Table 2 Biodiversity of darkling beetle communities in different plots (mean $\pm$ SE)

样地 Plots	物种数 Species number	个体数量 Individuals (N)	多样性指数 Diversity (H)	优势度指数 Dominance (C)	均匀度指数 Evenness (J)	丰富度指数 Richness (D)
DS	6.8 $\pm$ 0.663a	82.60 $\pm$ 45.35b	1.411 $\pm$ 0.284ab	0.323 $\pm$ 0.091abc	0.729 $\pm$ 0.893abc	1.410 $\pm$ 0.331a
CCL1	7.0 $\pm$ 0.414a	48.20 $\pm$ 26.20b	1.456 $\pm$ 0.330ab	0.315 $\pm$ 0.068bc	0.781 $\pm$ 0.070a	1.610 $\pm$ 0.720a
CCL2	5.0 $\pm$ 0.632a	57.00 $\pm$ 41.88b	1.111 $\pm$ 0.231ab	0.421 $\pm$ 0.110abc	0.671 $\pm$ 0.053abc	1.289 $\pm$ 0.682a
SDE1	6.6 $\pm$ 1.123a	66.06 $\pm$ 61.08b	1.519 $\pm$ 0.235a	0.275 $\pm$ 0.056c	0.795 $\pm$ 0.080a	1.651 $\pm$ 0.477a
SDE2	7.0 $\pm$ 1.342a	109.20 $\pm$ 51.33b	1.072 $\pm$ 0.425ab	0.512 $\pm$ 0.201ab	0.557 $\pm$ 0.159abc	1.281 $\pm$ 0.407a
SDE3	8.2 $\pm$ 0.800a	317.60 $\pm$ 166.91a	1.039 $\pm$ 0.557b	0.518 $\pm$ 0.272a	0.489 $\pm$ 0.256c	1.272 $\pm$ 0.218a

注:同列数据间不同小写字母表示差异显著 (Tukey 法多重比较, $\alpha = 0.05$)。

The means with different small letters in the same column indicate significantly different at 0.05 level by Tukey's test.

是流沙封育区的 SDE3 样地,但是 Shannon-Wiener 多样性指数以 SDE1 样地最高, SDE3 样地最低,二者差异显著 ($P = 0.027$); Margalef 丰富度指数反应出 SDE1 样地和 CCL1 样地差异较高,其次是 DS 样地,但各样地间差异性不显著; SDE3 样地、SDE2

样地优势度指数较高, SDE1 样地最低, SDE3 样地和 SDE1 样地差异显著 ($P = 0.0199$); 均匀度指数以样地 SDE1 最高, CCL1 样地次之, SDE3 样地最低, SDE1 样地、CCL1 样地分别与 SDE3 样地有极显著差异 ($P = 0.0017$, $P = 0.0025$)。

2.3 拟步甲群落相似性

群落相似性 Jaccard 指数计算结果见表 3。

表 3 不同样地拟步甲昆虫群落相似性
Table 3 Similarity coefficient of darkling beetle communities in different plots

样地 Plots	CCL1	CCL2	SDE1	SDE2	SDE3
DS	0.688	0.467	0.421	0.227	0.227
CCL1		0.467	0.558	0.350	0.350
CCL2			0.467	0.294	0.375
SDE1				0.444	0.529
SDE2					0.625

从表 3 可以看出在荒漠景观 3 种不同生境中,拟步甲昆虫群落相似性指数总体介于 0.227 ~ 0.688,表现出各样地之间既有极不相似的,也有中等不相似和中等相似,其中荒漠草原区与人工风沙封育区的 SDE2、SDE3 样地相似性系数均为 0.227,处于极不相似水平;流沙封育区的 SDE1 与 SDE2 样地表现为中等不相似,SDE1 与 SDE3 样地、SDE2 与 SDE3 样地表现为中等相似;人工柠条林区的 CCL1 样地与 DS、SDE1 样地中等相似,其中样地 CCL1 和样地 DS 相似程度最高(0.688);其余样地之间都表现中等不相似。这种结果表明,拟步甲群落的分布与生境存在着密切相关性,生境以及人为干扰一定程度上决定了拟步甲群落结构的相似性。

根据各样地拟步甲物种分布建立二元性状矩,进行物种种类及生境相似性系统聚类分析的结果见图 1。

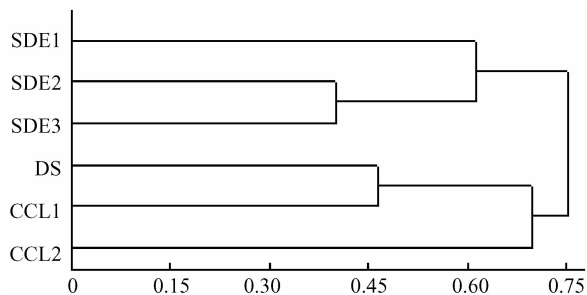


图 1 不同样地拟步甲群落物种种类为属性的生境相似性聚类分析

Fig.1 A dendrogram based on the occurrence of all darkling beetle communities species in different plots

图 1 显示在 Jaccard 距离为 0.50 处可分 4 个聚类簇,样地 SDE2、SDE3 形成一个分类簇,样地

DS、CCL1 形成一个分类簇,样地 SDE1、CCL2 各自独立为一个聚类簇。在 Jaccard 距离为 0.613 处,形成两大聚类簇,样地 SDE1、SDE2、SDE3 为一大聚类簇,样地 DS、CCL1、CCL2 为一大聚类簇。聚类结果表明,在荒漠草原区和人工柠条林地各样地在物种种类组成上表现一定的相似性,尤其是荒漠草原与人工柠条林 CCL1 样地有较高相似;而流沙人工封育区与荒漠草原区、人工柠条林地有较大差异。

2.4 不同生境的特征指示种类

对 3 类生境中拟步甲总数量极少的种类(5 只以下),由于计算出来的指示值不具有指示价值,因此在计算指示值时予以剔除。利用指示值法对不同样地拟步甲的物种指示值进行计算的结果见表 4。

克小鳖甲、阿小鳖甲、球胸小鳖甲和弯齿琵甲在 3 类生境各样地中都出现,指示值对各生境没有典型指示作用(表 4)。波氏东鳖甲(97.81%)、谢氏宽漠王(91.37%)、尖尾东鳖甲(91.49%)对流沙封育区沙化程度最高的 SDE3 样地有显著的特征指示作用,且指示值都大于 90%。突角漠甲(72.00%)、中华砚甲(71.43%)、纳氏东鳖甲(71.33%)其指示值均大于 70%,其对荒漠草原生境有特征指示作用。蒙古漠王、多毛宽漠甲及小鳖甲属物种在流沙封育区随着沙化程度增高,其指示值逐渐降低;小丽东鳖甲在样地 SDE2、SDE3 指示值较高,分别为 53.38% 和 34.70%;异距琵甲在 SDE3 样地指示值为 43.75%,这些物种都可以作为生境类型变化的监测类群。

3 讨论

植被的不同,生活在其中的昆虫类群必然存在着差异,而这种差异性变化既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。本研究中拟步甲昆虫在沙化程度高的 SDE3 样地个体数量最高,并且与其他样地有极显著差异,这与其它荒漠生境的研究结果相类似(尚占环等,2006),以流沙封育区样地拟步甲群落多样性最高。已有的关于沙化区人工植被中昆虫群落特征的研究报道(孙宏义,1989;于晓东等,2001;刘新民等,2002),认为人工植被区昆虫有更广的生态适应,与荒漠生境类型的甲虫组成上已有初步的分化,本研究的结果也基本反映了沙化

人工封育区与荒漠草原区在种类组成上有一定差异的情况,当然产生这种差异分化与流沙封育区内的植被状况有很大关系,如流沙封育区内各样地总植被盖度相差不大,但 SDE3 样地由于植被单

一,其拟步甲群落虽个体数量大,多样性反而较低。因此,合理进行生态恢复,增加植物多样性,是提高该地区生物物种多样性的重要手段。

表 4 不同样地拟步甲的指示值(%)

Table 4 The IndVals of darkling beetles in different plots(%)

物种 Species	样地 Plots					
	DS	CCL1	CCL2	SDE1	SDE2	SDE3
中华砚甲 <i>Cyphogenia chinensis</i> (Faldermann)	71.43	14.29	0	0	0	0
蒙古漠王 <i>Platyope mongolica</i> Faldermann	2.78	5.56	0	22.22	11.11	0
谢氏宽漠王 <i>Mantichorula semenowi</i> Reitter	0	0	0	0	3.26	91.49
莱氏脊漠甲 <i>Pterocomma reitteri</i> Frivaldszky	2.50	1.56	3.13	0.83	0.00	0.83
多毛宽漠甲 <i>Sternoplax setosa setosa</i> (Bates)	0	0	0.62	35.19	44.44	3.09
突角漠甲 <i>Trigonocera pseudopimelia</i> Reitter	72.00	13.00	8.00	0	0	0
克小鳖甲 <i>Microdera kraatzii</i> (Reitter)	19.88	13.66	20.19	22.67	15.53	8.07
阿小鳖甲 <i>Microdera kraatz alashanica</i> Skopin	20.68	15.67	10.50	18.26	12.92	8.40
球胸小鳖甲 <i>Microdera globata</i> (Faldermann)	15.00	11.59	26.36	20.91	10.23	1.82
纳氏东鳖甲 <i>Anatolica nureti</i> Schuster et Reymond	71.33	23.78	0.04	0.35	0	0
小丽东鳖甲 <i>Anatolica amoenula</i> Reitter	0	0.89	0	10.14	53.38	34.70
尖尾东鳖甲 <i>Anatolica mucronata</i> Reitter	0	0.05	0	0.95	6.53	91.37
波氏东鳖甲 <i>Anatolica potanini</i> Reitter	0	0	0	0	2.19	97.81
平原东鳖甲 <i>Anatolica ebenina</i> Fairmaire	12.50	0	0	4.17	8.33	0
宁夏东鳖甲 <i>Anatolica ningxiana</i> Ren et Ba	34.38	4.69	0	1.56	0	0
弯齿琵甲 <i>Blaps femoralis</i> Fischer-Waldheim	7.03	12.89	29.69	9.38	9.38	14.06
异距琵甲 <i>Blaps kiritshenkoi</i> Semenow et A. Bogatscheb	0	3.13	0	0	0	43.75

由于拟步甲科昆虫食性的复杂分化成为这类甲虫在荒漠半荒漠地区比其它昆虫丰富多样(任国栋等,1999),已有研究认为在荒漠区由于大部分动物类群指示值较低(指示值均在 20% 以下),对固沙植被演化的特征指示类群指示值的计算应以动物分类的科或目等较大分类单位合并计算为宜(刘新明和杨劼,2005),但是本研究中选择荒漠半荒漠地区的拟步甲科这一优势类群昆虫,利用物种指示法的特异性(A_{ij})和忠诚性(B_{ij})组分的相对化处理,计算的不同生境类型中的不同物种其指示值较高且有一定的差异,因此这些种可以作为生境特征指示类群。如 DS 样地是由短花针茅(*Stipa breviflora*)和珍珠柴(*Salsola passerina*)为建群种的荒漠草原,植被多样性较高,这一生境中多出现采食骆驼蓬、白刺以及菊科植物花器的突角漠甲(指示值为 72.00%)、纳氏东鳖甲(71.33%)、中华砚甲(71.43%)等荒漠草原典型生境指示种;而以采食沙米、沙蒿等沙生植被的波

氏东鳖甲、尖尾东鳖甲、谢氏宽漠王为沙化程度高的地区生境指示种。人工柠条林样地是在荒漠草原的基质上翻耕后栽种的防沙林带,且年限较短,拟步甲在物种组成和荒漠草原区各样地相似,但物种指示值都较低,说明人为的干扰、生境丧失和部分栖息地破碎化后导致许多在原栖息地内存存物种多样性减少(Golden and Crist,1999)。

监测类群的选择更重要在于反映生物群落或生境的演化及变化方向(刘新民和杨劼,2005)。在流沙封育区,蒙古漠王、多毛宽漠甲以及克小鳖甲能很好的监测植被恢复情况,其指示值越高,表明该地区植被恢复的越好,而小丽东鳖甲则有随着沙化严重而指示值逐渐增大的趋势,因此可以认为小丽东鳖甲是生境退化的有效地监测种,能够反映植被的演化方向。可见,在开展荒漠生态系统恢复与重建的过程中,利用荒漠景观中占优势的拟步甲科昆虫作为指示生境变化的生物指示类群,也是一种有效的指标之一。

参考文献 (References)

- Dufrêne M, Legendre P, 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.*, 67(3):345—366.
- Fahrig L, 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 34(1):487—515.
- Golden DM, Crist TO, 1999. Experimental effects of habitat fragmentation on old-field canopy insects: community, guild and species responses. *Oecologia*, 118(3):371—380.
- Grimbacher PS, Stork NE, 2009. How do beetle assemblages respond to cyclonic disturbance. *Oecologia*, 161(3):591—599.
- Kruess A, 2003. Effects of landscape structure and habitat type on a plant-herbivore-parasitoid community. *Ecography*, 26(3):283—290.
- 高兆宁, 1999. 宁夏农业昆虫图志(第三集). 北京:中国农业出版社. 1—227.
- 刘建峰, 肖文发, 江泽平, 2005. 景观破碎化对生物多样性的影响. 林业科学研究, 18(2):222—226.
- 刘新民, 陈海燕, 乌宁, 郭砺, 2002. 腾格里沙漠生态系统不同固沙方式下昆虫群落的生态位分异研究. 中国沙漠, 22(6):566—570.
- 刘新民, 杨劼, 2005. 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. 中国沙漠, 25(1):40—44.
- 马克平, 刘玉明, 1994. 生物群落多样性的测度方法:I. α 多样性的测度方法(下). 生物多样性, 2(4):231—239.
- 任国栋, 巴义彬, 2010. 中国土壤拟步甲志(第二卷 鳖甲类). 北京:科学出版社. 1—225.
- 任国栋, 杨秀娟, 2006. 中国土壤拟步甲志(第一卷 土甲类). 北京:高等教育出版社. 1—225.
- 任国栋, 于有志, 1999. 中国荒漠半荒漠的拟步甲科昆虫. 保定:河北大学出版社. 1—395.
- 任国栋, 于有志, 侯文君, 1999. 中国荒漠半荒漠地区拟步甲的组成和分布特点. 河北大学学报(自然科学版), 19(2):176—183.
- 尚占环, 辛明, 姚爱兴, 龙瑞军, 2006. 宁夏香山荒漠草原区的昆虫多样性. 昆虫天敌, 28(1):1—7.
- 宋朝枢, 王有德, 1999. 宁夏白芨滩自然保护区科学考察集. 北京:中国林业出版社. 1—245.
- 孙宏义, 1989. 沙坡头昆虫区系初步研究. 中国沙漠, 9(2):71—81.
- 于晓东, 罗天宏, 周红章, 2003. 四川蜂桶寨自然保护区地表甲虫物种多样性. 昆虫学报, 46(5):609—616.
- 于晓东, 罗天宏, 周红章, 杨建, 2006. 边缘效应对卧龙自然保护区森林—草地群落交错带地表甲虫多样性的影响. 昆虫学报, 49(2):277—286.
- 于晓东, 周红章, 罗天宏, 2001. 鄂尔多斯高原地区昆虫物种多样性研究. 生物多样性, 9(4):329—335.
- 张大治, 陈小蔚, 贺达汉, 范玉婷, 2010. 荒漠景观下柠条豆象的空间分布及其对景观斑块格局的反应. 昆虫知识, 47(6):43—51.
- 张大治, 贺达汉, 于有志, 李岳诚, 代金霞, 胡玉鹏, 陈鑫, 李启用, 2008. 宁夏白芨滩国家级自然保护区地表甲虫群落多样性. 动物学研究, 29(5):569—576.
- 赵志模, 郭依泉, 1990. 群落生态学原理与方法. 重庆:科学技术文献出版社重庆分社. 194—210.