

鄂尔多斯高原地区昆虫物种多样性研究

于晓东 周红章* 罗天宏

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要: 鄂尔多斯高原有特殊生境类型, 本文研究了该地区的昆虫物种多样性变化及影响因素, 得到以下结果 (1) 利用巴氏罐诱法得到昆虫标本约 5159 号, 其他无脊椎动物标本 291 号, 鞘翅目为优势昆虫类群, 其数量占昆虫标本总数的 45.8%, 其中拟步甲和步甲个体数量较多, 占所有甲虫总数的 92.8% (2) 根据甲虫的物种多样性和丰富度的特点将 4 个调查地点分为两组: 一组为以荒漠灌丛为主的杭锦旗和植被类型多样化的石灰庙, 物种多样性指数、丰富度和个体数量较高; 另一组为以人工植被区为主的石龙庙和新街镇, 物种均匀度指数较高 (3) 主成分排序 (PCA) 可以将该地区的甲虫群落分为人工植被区和荒漠植被区 2 种类型, 反映降水和植被类型是决定甲虫群落组成的关键因素 (4) 降水梯度对甲虫物种多样性有很大影响, 物种多样性指数、均匀度指数与降水梯度呈显著的正相关关系; 个体数量与降水梯度呈显著的负相关关系, 物种的丰富度与降水梯度没有相关关系。以上结果表明, 在鄂尔多斯高原地区, 只有减少人为干扰, 加强保护脆弱的原有植被, 才能保护特有的昆虫种类; 只有大力开展固沙造林植草, 才能改善环境, 提高该地区的昆虫物种多样性。

关键词: 鄂尔多斯高原, 昆虫, 甲虫, 物种多样性, 降水梯度

中图分类号: Q968

文献标识码: A

文章编号: 1005-0094(2001)04-0329-07

Species diversity of insects on the Ordos Plateau, Northwest China

YU Xiao-Dong, ZHOU Hong-Zhang*, LUO Tian-Hong

Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080

Abstract: This study investigates characteristics and patterns of insect species diversity on the Ordos Plateau, a special ecotone with extremely arid environments in Northwest China. Using pitfall traps, we collected 5159 insect specimen and 291 other invertebrates. As the most dominant group, beetles accounted for 45.8% of the total collected insects, and among beetles, 92.8% of individuals are Tenebrionidae and Carabidae. Plotting the log values of individual numbers of different beetle species, from high to low, results in patterns that separate the four investigated sites into two groups. One includes Hangjinqi, with mainly desert shrub environments, and Shihuimiao with a variety of habitats of different vegetation. The other includes Shilongmiao and Xinjiezhen with different environments, frequently artificial regeneration. The former exhibits high species diversity and richness, whereas the latter exhibits high evenness. Principal Component Analysis (PCA) ordination of beetle communities indicates that the species distribution was determined by precipitation gradient and vegetation types. A positive correlation is seen between precipitation and beetle species diversity and evenness, while a negative correlation is one exhibited between precipitation and individual numbers. Species richness does not show such patterns. Thus, in an arid region as the Ordos Plateau, special insect species and their natural communities can be preserved only when the original vegetation is well protected and the disturbances of human activity are effectively limited. The environments in this region can be improved and a high insect diversity can be developed when regeneration is increased and drift sanddune is decreased in most parts of this region.

Key words: Ordos Plateau, insect, beetle, species diversity, precipitation gradient

鄂尔多斯高原位于内蒙古自治区的南部,黄土高原北沿,以荒漠为主,间杂一些农田或草地,属于荒漠半荒漠为主的高原地区,地理位置为 37.4° ~ 40.8° N, 106.3° ~ 112.2° E。在气候上,处于干旱半干旱区向亚湿润区的过渡带;在植被地带来说,处于荒漠草原—草原—森林草原的过渡带,降雨量自东南向西北逐渐减少(张新时,1994)。从景观生态学的角度看,具有高度的景观异质性和多样性,因此鄂尔多斯高原地区是一个多层次的生态过渡带,多种生态类型交汇于此,且都处于临界状态,对外界干扰相当敏感(王义凤等,1979;张新时,1994;陈仲新,谢海生,1994;陈旭东等,1999)。鄂尔多斯高原位于农牧交错带,土地生态类型长期受到人类活动,尤其是垦荒和过度放牧的影响,导致该地区的荒漠化加剧(董光荣等,1988),近年来,人们通过人工固沙,适地植树等活动改善鄂尔多斯高原的恶劣生态环境,在靠近居民区附近出现了一定面积的树林。

昆虫作为物种丰富的门类,其分布与环境有密切关系,可以用来监测环境的变化趋势(Eyre et al., 1996)。但长期以来,这方面的工作没有得到相应的重视。沙漠或荒漠昆虫的研究目前我国还进行得很少,只在部分地区进行了群落结构、区系和分类方面的研究(贺答汉等,1988;孙宏义,1989;任国栋,于有志,1999)。在鄂尔多斯高原,还没有进行过系统的关于昆虫物种分布的本底资料调查。近年来,人工固沙活动使该地区环境发生局部变化,这种生境变化对昆虫物种分布的影响也不得而知。

鉴于我国沙地昆虫研究的匮乏,以及鄂尔多斯高原的特殊地位和人为活动影响,本文主要研究鄂尔多斯高原的昆虫物种组成、物种多样性以及影响主要昆虫群落组成的因素,希望能为沙地昆虫物种多样性研究提供基本数据,为将来进一步研究打下良好基础。

1 研究样地与方法

1.1 研究地点

我们的研究地点位于鄂尔多斯高原的东南部和北部,分别代表人工固沙地带和荒漠地带。在人工固沙地带的伊金霍洛旗的石龙庙、石灰庙和新街镇选择典型生境设定 11 块样地,在荒漠为主的杭锦旗设定 8 块样地,样地每块长约 50 m,宽约 20 m(图 1,表 1)。

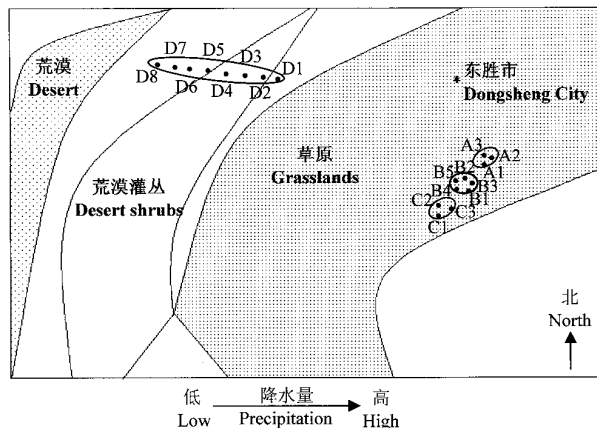


图 1 样地示意图(仿自陈旭东等,1999)

曲线代表降水梯度
 A1:沙地柏灌丛;A2:沙柳灌丛;A3:羊柴灌丛;B1:柠条灌丛;B2:油蒿灌丛;B3:本氏针茅-百里香灌丛;B4:寸草苔;B5:杨树林;C1:柳树林;C2:松树林;C3:棘豆灌丛;D1:芨芨草-狭叶锦鸡儿灌丛;D2:白刺灌丛;D3:油蒿灌丛(受到人为破坏);D4:藏锦鸡儿灌丛;D5:甘蒙锦鸡儿-藏锦鸡儿灌丛;D6:红砂灌丛;D7:四合木灌丛;D8:沙冬青灌丛

Fig. 1 The plots of insect investigation on the Ordos Plateau. Figure is modified from Chen et al. (1999)

The curves indicate the precipitation gradient
 A1 : *Sabina vulgaris* shrubland ; A2 : *Salix psammophyla* shrubland ; A3 : *Hedysarum laeve* shrubland ; B1 : *Caragana korshinskii* shrubland ; B2 : *Artemisia ordosica* shrubland ; B3 : *Stipa bungeana* - *Thymus serpyllum* var. *mongolicus* shrubland ; B4 : *Carex duriuscula* meadow ; B5 : *Populus* plantation ; C1 : *Salix* plantation ; C2 : *Pinus* plantation ; C3 : *Oxtripis* shrubland ; D1 : *Achnatherum splendens* - *Caragana stenophylla* shrubland ; D2 : *Nitraria tangutorum* shrubland ; D3 : *Artemisia ordosica* shrubland (destroyed by shepherding) ; D4 : *Caragana tibetica* shrubland ; D5 : *Caragana opulens* - *Caragana tibetica* shrubland ; D6 : *Reaumuria soongorica* shrubland ; D7 : *Tetraena mongolica* shrubland ; D8 : *Ammopiptanthus mongolicus* shrubland

由于在伊金霍洛旗的人工固沙区人为干扰明显,生境类型差异很大,无法进行降水梯度对昆虫分布影响的研究。而在杭锦旗的荒漠灌丛区,生境保持原有状态,人为干扰少,是典型的荒漠半荒漠生境,海拔差异不大,适于进行降水梯度对昆虫分布影响的研究。我们在杭锦旗约 40°N 的纬度线上,每隔约 10 ~ 20 km 设定样地,共 8 块,不同样地的降水量根据张新时(1994)的经验公式推算:

$$P = 10^{(-45.3 + 22.81G/L + 1894/L^2 + 0.9 \times 10^{-7} \times H^2)}$$

其中 P 为降水量, G 为经度, L 为纬度, H 为海拔高度。在计算中我们发现,原公式中的对数形式为 ln, 得出的数值与该地区的降雨量偏差极大, 而用 lg 形式代替以后与真实的降雨量相符, 降水梯度约为 138 ~ 281.2 mm(陈旭东等,1999)。所以我们采用 lg 对数公式。

表 1 调查样地的地理位置、海拔高度和降水量估算值

Table 1 The longitude, latitude, elevation and precipitation of plots on the Ordos Plateau

地点 Site	样地 Plot	经度 G Longitude	纬度 L Latitude	海拔 H Elevation (m)	降雨量 P Precipitation (mm)
石龙庙 Shilongmiao	A1	110°09'E	39°28'N	1270	-
	A2	110°11'E	39°29'N	1290	-
	A3	110°11'E	39°29'N	1290	-
石灰庙 Shihuimiao	B1	109°50'E	39°22'N	1330	-
	B2	109°50'E	39°22'N	1330	-
	B3	109°50'E	39°22'N	1340	-
	B4	109°50'E	39°22'N	1350	-
	B5	109°50'E	39°22'N	1340	-
新街镇 Xinjiezhèn	C1	109°47'E	39°13'N	1295	-
	C2	109°47'E	39°15'N	1255	-
	C3	109°49'E	39°16'N	1325	-
杭锦旗 Hangjinqi	D1	108°28'E	39°53'N	1290	279
	D2	108°22'E	39°54'N	1280	271
	D3	108°08'E	39°54'N	1340	257
	D4	107°48'E	40°03'N	1230	229
	D5	107°34'E	40°08'N	1275	220
	D6	107°26'E	40°09'N	1285	215
	D7	107°15'E	40°13'N	1280	205
	D8	107°03'E	40°13'N	1280	197

注:降水量的估算根据张新时(1994)的公式进行,由于在检验降水量梯度影响时只考虑杭锦旗样地,所以其他地区没有计算。表中字母所代表的样地同图 1。

Note: Precipitation values were calculated based on the formula of Zhang (1994). The labels of plots are given in Fig. 1.

根据这个公式可以得到杭锦旗 8 个样地的降水量(表 1),由于油蒿灌丛受到人为破坏,所以在进行群落排序和降水梯度与甲虫分布关系检验时不统计在内。由于该地区为高原地区,昆虫尤其是甲虫的活动有很强的季节性,所以我们选择昆虫的活动的季节高峰 7~8 月,于 1999 年进行野外采集调查。

1.2 取样方法和标本鉴定

调查主要采用巴氏罐诱法,并结合扫网、灯诱等采集方法(Martin, 1978; Muehlenberg, 1989),进行全面的标本采集与数据收集。用一次性塑料水杯(高 9 cm,口径 7.5 cm)作为巴氏罐诱法容器,每块样地内设诱杯 50 个,诱杯间距约 1 m。引诱剂为醋、糖、医用酒精和水的混合物,重量比为 2:1:1:20,每个诱杯内放引诱剂 40~60 mL。由于气温、人为干扰程度、交通环境等因素影响,放置诱杯时间 3~5 天左右。

标本初步鉴定依据 Bruce et al. (1954)和 Freude et al. (1964)的专著,必要时对照中国科学院动物研究所标本馆馆藏定名标本,或由专家帮助鉴定。

1.3 数据分析处理

物种多样性分析采用 Shannon-Wiener 多样性指

数,

$$H' = - \sum_{j=1}^s P_j \ln P_j$$

$P_j = n_j/N$, 为第 j 种占总个体数 N 的比例。均匀度分析采用 Pielou 指数 $J = H'/\ln S$ 。物种丰富度采用物种数(S)测度(马克平,刘玉明,1992)。不同地区甲虫物种的优势度-多样性曲线,参照 Whittaker (1965)的方法,以物种数量等级排序(以活动密度从高到低的顺序排列)为横轴,以物种数量(对数形式)为纵轴。

采用主成分分析(PCA, principal component analysis)对 4 个地区的甲虫群落进行排序,以各群落内物种多样性指数、均匀度指数、丰富度指数和甲虫个体的总量,以及常见种的种类和数量为因子(谭济才等,1998;韩宝瑜,2000)。降水梯度与甲虫群落的物种多样性指数、均匀度指数、丰富度以及个体数量之间的数量关系通过回归检验(Regression)完成。

本研究的数据分析使用数理统计软件 SPSS (1997)。

2 研究结果

2.1 主要类群及数量

经过初步鉴定和数量统计,本次野外采集共获

标本 5450 号,其中以昆虫标本为主,约 5159 号;其他类群主要为多足纲动物及蛛形纲动物,蜘蛛数量略多些。表 2 列出包括昆虫在内的主要动物类群。鞘翅目的标本数目最多,约为 2363 号。鞘翅目内又以拟步甲科目最多,有标本 1794 号,步甲科次之,有标本 398 号,这 2 个科为该地区的优势类群,占甲虫总数的 92.8%。直翅目、双翅目、膜翅目也有相当数量的分布。由于膜翅目的蚂蚁成聚群分布,容易在引诱中因为距离蚁巢的远近影响统计结果,所以没有进行精确的数量统计。

2.2 甲虫物种多样性分析

优势度 - 多样性曲线(图 2)表明可按物种丰富度和多样性特点将 4 个地区分成 2 组:石龙庙和新街镇物种种类和数量都少,整个曲线的斜率高,物种数量分布范围窄,多样性程度低;与之相对应,石灰庙和杭锦旗 2 个地区的物种种类和数量很多,曲线的斜率低,物种数量分布范围大,多样性程度高。

从 4 个地区的比较看,物种多样性指数以石灰庙最高,其次为杭锦旗、新街镇和石龙庙,均匀度指数以新街镇最高,依次为石龙庙、石灰庙和杭锦旗。物种丰富度和个体数量变化趋势相似,杭锦旗最高,依次为石灰庙、新街镇和石龙庙,且前两者远高于后两者(表 3)。

表 2 鄂尔多斯高原地区研究样地内捕获昆虫及其他无脊椎动物标本数量
Table 2 The number of specimens of insects and other invertebrates captured from the Ordos Plateau plots

	石龙庙 Shilongmiao			石灰庙 Shihuimiao					新街镇 Xinjiezhen			杭锦旗 Hangjinqi							
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
多足纲 Myriopoda	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
蛛形纲 Arachnida																			
蜘蛛目 Araneida	14	1	-	-	26	5	60	10	4	20	4	10	5	-	30	10	34	51	-
蜱螨目 Acarina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-
昆虫纲 Insecta																			
革翅目 Dermaptera	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	18	-	-	-	-	-	-
脉翅目 Neuroptera	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	2	6	-	1	2	4	1	-
直翅目 Orthoptera	9	-	-	3	3	2	730	3	-	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-
同翅目 Homoptera	-	-	-	5	30	110	-	-	-	-	-	-	5	-	7	-	39	19	-
半翅目 Hemiptera	-	-	-	8	-	1	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-
鞘翅目 Coleoptera																			
步甲科 Carabidae																			
大步甲属 Carabus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	-	-	-	-	-
其他步甲 others	2	7	1	23	13	33	172	22	1	5	-	1	-	70	3	6	2	-	-
虎甲科 Cicindelidae	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
隐翅虫科 Staphylinidae	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
埋葬甲科 Silphidae	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
金龟科 Scarabaeidae	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	9	13	-	6	-	2	-
叶甲科 Chrysomelidae	-	-	-	-	27	-	1	-	-	-	-	-	-	26	3	-	-	-	-
天牛科 Cerambycidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
豆象科 Bruchidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	3	2
象甲科 Curculionidae	-	-	-	1	2	-	-	24	-	1	2	6	7	-	-	1	-	2	1
叩甲科 Elateridae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
拟步甲科 Tenebrionidae	15	1	-	46	103	125	-	-	4	7	9	51	65	66	80	299	327	276	320
花蚤科 Mordellidae	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
伪叶甲科 Lagriidae	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
其他甲虫 Other beetles	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
膜翅目 Hymenoptera*	3	1	-	9	10	49	10	9	1	4	3	56	19	-	212	236	26	11	-
双翅目 Diptera	24	6	-	100	54	35	10	46	4	11	8	110	150	-	40	126	50	17	-
鳞翅目 Lepidoptera	-	-	-	7	1	43	-	5	13	-	-	16	4	-	11	156	24	3	-
蜻蜓目 Odonata	-	2	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
幼虫 Larva	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1	19	-

注:字母所代表的样地同图 1。*:膜翅目中 没有统计蚂蚁数量。
Note: The labels of plots are given in Figure 1. *: Hymenoptera did not include ants.

表 3 鄂尔多斯高原地区 4 个地点甲虫物种多样性指数、均匀度指数、丰富度和个体数量

Table 3 Species diversity, evenness, richness and individuals of beetles collected from four sites on the Ordos Plateau

	石龙庙 Shilongmiao	石灰庙 Shihuimiao	新街镇 Xinjiezhen	杭锦旗 Hangjinqi
物种多样性指数 Diversity index (H')	0.73	1.41	0.89	1.04
物种均匀度指数 Evenness index (J)	0.74	0.68	0.76	0.50
物种丰富度 Richness (S)	3.00	8.40	3.67	8.43
个体数量 No. of individuals	9.33	120.20	10.33	212.57

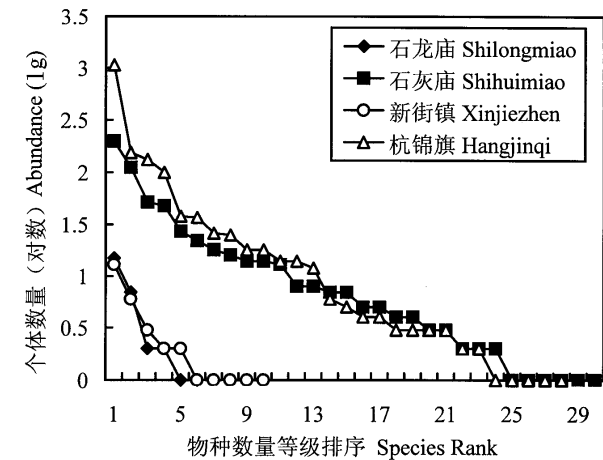
图 2 4 个地区甲虫物种的优势度 - 多样性曲线
物种数量排序按活动密度从高到低的顺序排列,物种的个体数量以对数形式表示

Fig. 2 Dominance-diversity curves of the total number of beetles captured in all sites of four areas

Species are ranked from high to low activity-density on lg paper

2.3 不同生境类型中主要甲虫类群群落排序

18 个样地的甲虫群落的主成分排序见图 3。据此可以将样地分成两大类: I 类主要为荒漠类型,包括杭锦旗的 7 个沙地灌丛群落和石灰庙的油蒿和本氏针茅 - 百里香 2 个低矮灌丛群落,代表相对干旱少雨、沙化严重、植被低矮、覆盖率低的生境; II 类主要为人工植被区,包括新街镇 3 个人工林、石龙庙的 3 个灌丛类型、石灰庙的 1 个草地类型和 2 个人工植被类型,代表湿度较大或植被相对高大,覆盖率高的生境。从以上排序可以看出,决定甲虫群落类型的主要因素是植被类型和降水,从群落类型 I → II,降水增加,植被类型由适于生活在干旱、沙化程度高的低矮灌丛过渡到生长在湿度相对较高、沙化相对低的灌丛或人工林;甲虫的物种组成中,荒漠化甲虫如拟步甲,种类和数量减少,出现一些适于生活在湿度较大生境中的甲虫类型,如步甲等。

2.4 降水梯度和甲虫物种多样性

降水梯度对甲虫群落的组成和数量变化有很大影响。从图 4 可以看出,物种多样性指数、均匀度指数与降水梯度呈显著的正相关关系,即随着降水量

的增高,物种多样性指数和均匀度指数逐渐增高;个体数量与降水梯度呈显著的负相关关系,即随着降水量的增加,甲虫个体数量逐渐减少;物种的丰富度与降水梯度无关,甲虫物种种类并没有随降水量增加有显著的增多或减少。

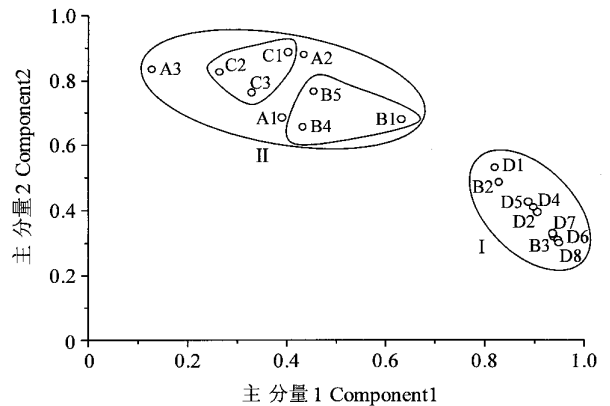


图 3 不同生境类型中甲虫群落的主成分分析排序(PCA) 第一主分量贡献率为 76%,第二主分量贡献率为 11%。图中字母所代表的样地同图 1

Fig. 3 Principal component analysis (PCA) ordination of common beetle species captured from samples with different vegetation

Component 1 and Component 2 explained 76% and 11% variation respectively. The labels of plots are given in Fig. 1

3 讨论

鄂尔多斯高原地区景观异质性很强,包括湖泊、农田、森林、草原、荒漠和流沙等景观,但就整体而言,主要以荒漠为主,缺乏高大的森林生境和湿润的草原生境,植被类型以耐旱生的灌丛类型为主,单一性很强,不利于支持多种物种生存,尤其不利于湿润环境活动的昆虫物种。在我们的研究中,选择鄂尔多斯地区比较典型的生境,样地主要为荒漠半荒漠和人工植被区,因此,偏好干旱环境的甲虫就成为这次调查采集中的主要昆虫类群,如拟步甲科物种,在整个鄂尔多斯高原沙地的甲虫群落中占数量优势,但整体来说物种种类和数量相对较少,远低于森林生态系统(周红章等, 2000)。

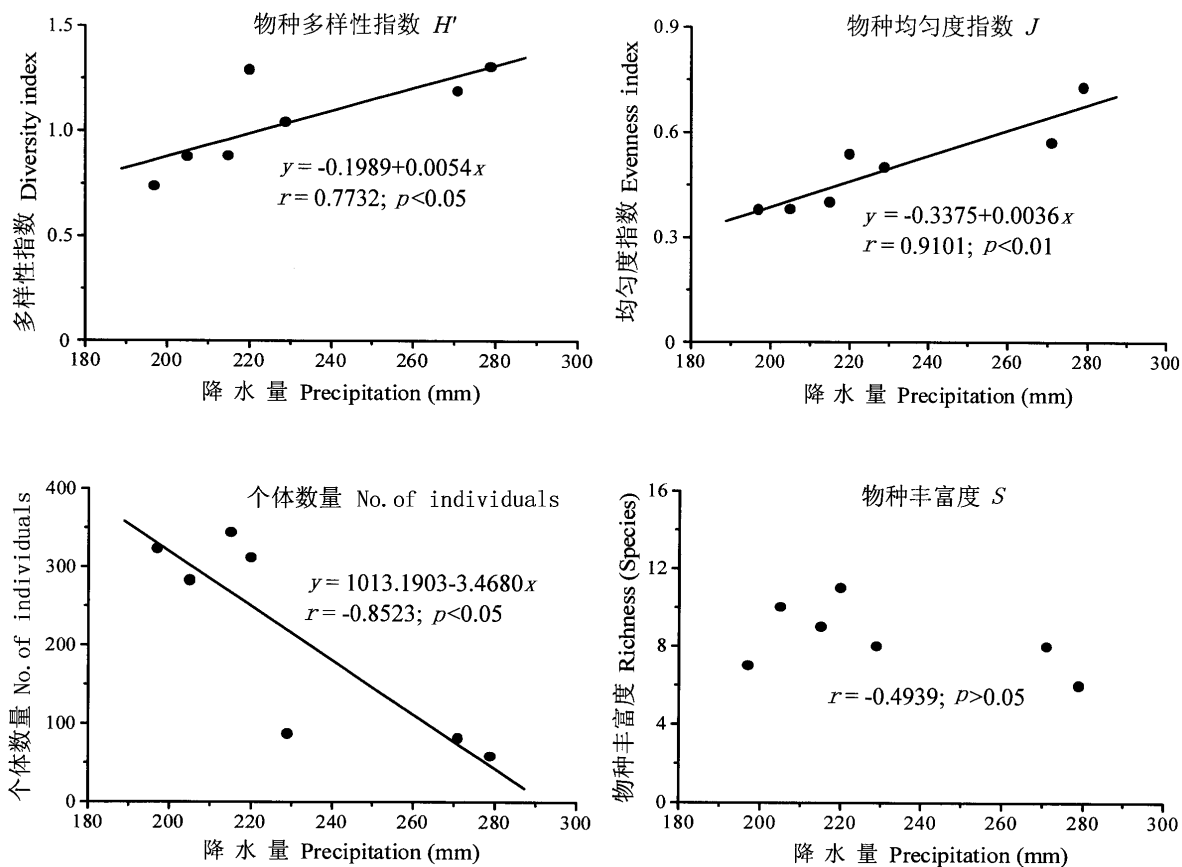


图 4 降水梯度(不同生境类型)与甲虫物种多样性指数、均匀度指数、丰富度和个体数量

Fig. 4 Changes in species diversity index, evenness index, richness and individual numbers of beetles along the precipitation gradient (represented by plots of different habitats)

从鄂尔多斯地区的甲虫物种组成看,其种类和数量分布与植被类型和降水梯度的变化有密切关系,主成分分析结果支持了这一结论。鄂尔多斯地区的降水量由西北向东南逐渐递增,植被类型由单一的沙地旱生灌木过渡到森林草原等多种植被生境,与此相适应,甲虫物种应该向适应于湿度大、植被类型高大环境的生活甲虫类型过渡。从我们的结果看,4个地点的甲虫物种相似,在湿度较大、植被类型较好的石龙庙和新街镇,甲虫种类和数量非常低,相反在湿度小、植被荒漠化程度最高的杭锦旗却最丰富,但在与新街镇毗邻的石灰庙的甲虫物种的丰富度和数量也相当的高。究其原因,我们认为,鄂尔多斯高原沙地整体上属于荒漠区系,甲虫的组成比较单一,以适应干旱环境的类群为主,其组成和数量在不同植被类型的环境下有所分化,植被类型较好的地区种类少、数量低,荒漠化程度高的灌丛环境地区种类多、数量高。而且由于森林生境主要为人工林,天然化程度较低,人为影响大,缺乏发育良好的落叶腐质层,环境的稳定性

相对较差,不能支持较高的甲虫物种多样性(Rosenzweig, 1995)。此外,植被较好的草地(寸草苔)和人工林,面积较小,大多被沙地或农田所包围,呈斑块化,没有与东部草原或森林生境相连,因为沙地形成的隔离带不利于生活在草原或森林生境内的昆虫物种向这些草地或人工林的扩散,故这两种生境内甲虫组成基本上来自沙地生境,森林和草原成分较少,而且由于湿度较大,不利于沙地甲虫生活,以致于草地和人工林的甲虫组成与其他荒漠生境相似,但种类和数量少得多,多样性程度较低。新街镇和石龙庙的生境人工种植程度高,均为居民的主要聚居地,人为干扰强;石灰庙生境复杂,既包括寸草苔、杨树林和柠条灌丛等人工植被,也有野生的适于干旱荒漠化的本氏针茅-百里香灌丛和油蒿灌丛,杭锦旗是典型的荒漠灌丛生境。与这些生境特点相适应,通过主成分分析排序可以看出,石灰庙的油蒿灌丛和本氏针茅-百里香灌丛与杭锦旗的7种灌丛类型的甲虫组成和数量分布相似,新街镇、石龙庙及石灰庙的其他3种生境

的物种组成和数量分布相似。

从降水梯度看,甲虫的物种多样性指数和均匀度指数都与降水量呈正相关,但个体数量与降水量呈负相关,丰富度与降水量没有相关关系。这正好反映了荒漠沙地的甲虫组成特点,尤其是降水梯度实验环境为典型荒漠性环境,海拔变化不大。没有空间隔离,甲虫可以自由扩散,所以在整个梯度环境内的甲虫物种组成差异不大,由于降水梯度不同,对于偏好干旱性甲虫的数量分布有显著影响,湿度大,个体数量反而少,优势种程度降低,物种多样性和均匀度指数增高。

孙宏义(1989)在沙坡头研究昆虫区系时,将沙地分成流沙区、沙地人工植被区和沙地农业改良利用区。我们所选的植被类型没有流沙区类型,杭锦旗植被最为接近流沙和人工植被区,但杭锦旗的昆虫组成与沙坡头的流沙区更为接近,拟步甲为优势种,表明干旱程度很高,而在沙坡头人工植被区和沙地农业改良利用区主要甲虫类型为虎甲、步甲等甲虫,这与石龙庙、石灰庙的人工林或寸草苔以及石龙庙的人工植被区昆虫组成相似,表明鄂尔多斯地区人工植被区的人为影响很大,而且,虽然在整体上人工植被区的甲虫组成与荒漠区相似,但某些科的甲虫,如隐翅虫科、埋葬甲科、伪叶甲科等,有少量个体分布,说明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有初步的分化。

以上结果表明,鄂尔多斯高原沙地昆虫主要为适于生活在干旱环境下的甲虫类群,由于环境单一,甲虫物种分布差异不大,而数量分布与植被类型和降水梯度密切相关。虽然该地区进行的人工固沙工作很有成效,使该区的昆虫种类向更广的趋势演化,但由于面积太小,人为干扰程度高,人工植被未能天然化,且与东部的森林和草原生境相距较远,并不能对甲虫群落的种类组成有很大改变,甚至在某种程度上还降低了甲虫的数量,所以,只有加大固沙力度,扩大改良环境的面积,植树种草,大力促进人工植被的天然化,增加植物的物种多样性,在空间配置上提高景观多样性,同时尽量减少人为干扰活动,才能真正丰富该地区的昆虫物种多样性。

致谢 在我们的野外昆虫采集过程中,得到中国科学院植物所的张明理博士和陈旭东博士的大力协助,特

此表示感谢。同时感谢中国科学院动物所的李鸿兴先生帮助鉴定了部分标本。

参考文献

- 陈旭东,董学军,陈仲新,1999. 鄂尔多斯高原沙地灌丛生物多样性及重建生态学研究. 见:马克平(主编),中国重点地区与类型生态系统多样性. 杭州:浙江科学技术出版社, 109~153
- 陈仲新,谢海生,1994. 毛乌素沙地景观生态类型与灌丛生物多样性初步研究. 生态学报, **14** (4): 345~354
- 董光荣,高尚玉,金炯,李保生,1988. 毛乌素沙漠的形成、演变和成因问题. 中国科学(B辑), **18** (6): 633~642
- 韩宝瑜,2001. 马尾松林节肢动物群落的组成及多样性. 生物多样性, **9** (1): 62~67
- 贺答汉,田畴,任国栋,郝峰茂,马世渝,1988. 荒漠草原昆虫的群落结构及其演替规律初探. 中国草地, **11** (6): 24~28
- 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,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
- 孙宏义,1989. 沙坡头昆虫区系初步研究. 中国沙漠, **9** (2): 71~81
- 谭济才,邓欣,袁哲明,1998. 不同类型茶园昆虫、蜘蛛群落结构分析. 生态学报, **18** (3): 289~294
- 王义凤,雍世鹏,刘钟龄,1979. 内蒙古草原植被的地带性特征. 植物学报, **21** (3): 274~284
- 张新时,1994. 毛乌素沙地的生态背景及其草地建设的原则与优化模式. 植物生态学报, **18** (1): 1~16
- 周红章,于晓东,罗天宏,何君舰,周海生,叶婵娟,2000. 湖北神农架自然保护区昆虫的数量变化与环境关系的初步研究. 生物多样性, **8** (3): 262~270
- Bruce C T, Melander A L, Carpenter F M 著,1954. 肖采瑜,程振衡,尚雅珍,郑乐怡(译),1959. 昆虫的分类. 北京:科学出版社
- Eyre M D, Lott D A and Garside A, 1996. Assessing the potential for environmental monitoring using ground beetles (Coleoptera: Carabidae) with riverside and Scottish data. *Annales Zoologici Fennici*, **33**: 157~163
- Freude H, Harde K W and Lohse G, 1964. Die Kaefer Mitteleuropas (Bd. 2~12). Krefeld: Goecke & Evers
- Martin J E H, 1978. The insects and arachnids of Canada (Part 1: Collecting, preparing and preserving insects, mites, and spiders). Hull, Quebec: Supply and Services Canada
- Muehlenberg M, 1989. Freilandoekologie. Heidelberg: Quelle & Meyer Verlag
- Rosenzweig M L, 1995. Species Diversity in Space and Time. Cambridge: Cambridge University Press
- SPSS Inc, 1997. SPSS Base 7.5 for Windows user's guide
- Whittaker R H, 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, **147**: 250~260