

子午岭林区步甲类群多样性及其与生境的关系*

姜双林^{1,2}, 王根旺², 周天林²

(1 西北农林科技大学 植物保护学院, 陕西 杨凌 712100;

2 陇东学院 生命科学系, 甘肃 庆阳 745000)

[摘 要] 以子午岭林区的6类生境13个代表样地为取样点, 利用巴氏诱罐法研究了步甲类群的多样性及其与生境的关系。结果显示, 试验中共采集到步甲1 862头, 隶属于3亚科14属29种, 个体数量占总数量比例在5%以上的本地常见种有7种, 在3%以下的有19种; 步甲类群的多样性指数 H' 在各生境类型中的大小顺序为: 针阔混交林>阔叶林>针叶林>灌丛>草地>农田; 丰富度以针阔混交林最高, 其次是阔叶林, 农田最低; 人为或自然干扰程度影响步甲的种类组成和个体数量分布, 步甲种类和数量在严重干扰情况下减少, 在轻度干扰情况下个体较多, 在几乎无干扰情况下有下降趋势, 但均高于中等和严重干扰的情况。

[关键词] 步甲; 多样性; 子午岭林区

[中图分类号] Q 969.48⁺ 1.308

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)10-0037-05

步甲科昆虫大多数为捕食性昆虫, 是森林和农田害虫的重要天敌, 也是重要的生态指示类群^[1]。景观类型、森林类型、土壤类型、演替阶段、斑块化程度及人为活动等因素, 对步甲的种类分布、行为和活动规律等均有影响^[2~6]。本试验研究了子午岭林区步甲类群多样性与环境的关系, 这对保护生物多样性及黄土高原的森林演替、生境变化和生态恢复等具有重要的理论和实践意义。

1 材料与方法

1.1 子午岭林区自然概况

子午岭林区纵跨甘肃庆阳市的华池、合水、宁县和正宁4县。位于东经107°59'~108°43', 北纬35°18'~36°39'。在地理位置上处于鄂尔多斯地台的南缘, 是一条被黄土覆盖的梁状基岩山地。该林区属于温带半湿润气候, 降雨量自西北向东南逐渐增多, 昼夜温差较大, 有雨热同季的特点。林区总面积4 970.2 km², 年平均气温7.4~8.5℃, 最高气温36.7℃, 最低气温-27.7℃, 年降水量410~620 mm, 年平均相对湿度63%~68%, 气候较温和湿润, 适于杨、桦、栎等落叶阔叶林木和温性针叶林木生长发育。

1.2 方 法

1.2.1 调查地点 于2002和2003年的5~10月,

根据植被、海拔、气候、土壤和人为或自然干扰程度的不同, 选取子午岭林区北段(华池县)、中段(合水县)和南段(正宁县)的3个林场作为调查地点, 分别在针叶林、落叶阔叶林、针阔混交林、灌丛、草地和农田等6类不同生境中选取13块代表样地进行调查, 样地长50~100 m, 宽20~50 m。调查时分别记载每块样地的植被盖度、地面凋落物厚度和林内湿度。

样地干扰程度的确定依据受到人为或自然干扰的频次和破坏程度划分: 1级代表严重干扰, 指人为活动或自然因素(如水蚀)影响极大, 生境受到严重破坏; 2级代表中等干扰, 指人为和自然活动频繁, 但生境破坏程度轻; 3级代表轻度干扰, 指干扰主要来自森林管护, 虽然在某些季节干扰频繁, 但生境没有遭到破坏; 4级代表极轻度干扰, 指样地处于核心区内, 偶尔有人活动。各样地的植被、降水量、生境类型和干扰程度等级见表1。

1.2.2 调查方法 巴氏诱罐法是捕获地表活动步甲的有效方法, 适用于研究步甲丰富度、栖息地选择及其数量估计^[7,8]。本试验用一次性塑料杯(高9 cm, 口径7.5 cm)作为诱罐, 杯壁上方1/4处打一小孔, 以避免雨水过多使标本流失。每块样地设诱杯50~110个, 3~4个诱杯为一引诱点, 诱杯间距30~40 cm, 引诱点间距1~2 m, 引诱点在样地内排成2列; 引诱剂为醋、蔗糖、医用酒精和水的混合物, 质量比

* [收稿日期] 2005-02-25

[基金项目] 甘肃省自然科学基金资助项目(ZS2001-1-38); 陇东学院重点资助项目(Sznk0222)

[作者简介] 姜双林(1963-), 男, 甘肃涇川人, 副教授, 硕士, 主要从事昆虫学研究。E-mail: js18387@yahoo.com.cn

为2:1:1:20, 每个诱杯内放引诱剂40~60 mL, 地每次采集的标本进行编号、记录和鉴定^[9,10]。
每4 d左右调查1次, 每次重新更换引诱剂, 对各样

表1 调查研究地的生境类型和干扰程度

Table 1 Habitat types and rank of disturbance of collecting sites in Ziwuling forest region							
地点 Sites	生境类型 Habit types	植被盖度/% Vegetation coverage	土壤类型 Soil types	凋落物 厚度/cm Litter thickness	坡向 Aspect	海拔/m Altitude	干扰等级 Rank of disturbance
正宁县 Zhengning	MC	80~85	灰褐土 Grey-cinnamon soils	3~5	阴坡 Shady	1 620	3
	PT	85~90	灰褐土 Grey-cinnamon soils	4~6	阴坡 Shady	1 750	4
合水县 Heshui	RP	50~55	黑垆土 Dark loessial soil	1~2	阳坡 Sunny	1 450	2
	GR	30~45	黑垆土 Dark loessial soil	0~1	阳坡 Sunny	1 340	1
	AP	80~85	黑垆土 Dark loessial soil	4~5	阴坡 Shady	1 740	4
	MD	75~80	黑垆土 Dark loessial soil	2~4	半阴坡 Semi-shady	1 490	3
	FI	45~50	黑垆土 Dark loessial soil	/	阳坡 Sunny	1 350	1
	QL	75~80	黑垆土 Dark loessial soil	2~3	阴坡 Shady	1 580	2
	AP	80~85	黑垆土 Dark loessial soil	3~5	半阴坡 Semi-shady	1 720	4
华池县 Huachi	BP	75~80	黄绵土 Cultivated loessial soils	2~4	半阴坡 Semi-shady	1 640	2
	GR	30~45	黄绵土 Cultivated loessial soils	0~1	阳坡 Sunny	1 570	1
	MC	80~90	黑垆土 Dark loessial soil	3~5	阴坡 Shady	1 440	3
	FI	45~50	黄绵土 Cultivated loessial soils	/	阳坡 Sunny	1 370	1

注:MC. 针阔混交林(油松+ 辽东栎); PT. 天然油松林; RP. 樱草蔷薇灌丛; GR. 草地; AP. 人工油松林; FI 农田; QL. 辽东栎萌生丛; MD. 落叶阔叶混交林(白桦+ 山杨); BP. 白桦林。

Note: MC. Mixed coniferous broad-leaved forest (*Pinus tabulaeformis* + *Quercus liaotungensis*); PT. *Pinus tabulaeformis* is nature; RP. *Rosa prunella* shrubs; GR. Grassland; AP. Artificial *Pinus tabulaeformis* is plantation; FI Field; QL. *Quercus liaotungensis* coppices; MD. Mixed deciduous broad-leaved forest (*Betula platyphylla*+ *Populus davidiana*); BP. *Betula platyphylla* forest

1.2.3 数据分析处理 根据文献[11]和[12]介绍的方法, 物种多样性分析采用 Shannon-Wiener 多样性指数 H' , $H' = -\sum P_i \ln P_i$; 式中, $P_i = n_i/N$, n_i 为第*i*个种的个体数, N 为所有种的总个体数(下同)。均匀度指数采用 Pielou 指数, $J = H'/\ln S$; 式中, S 为物种数目(下同)。优势度指数采用 Simpson 指数, $C = \sum n_i(n_i - 1)/N(N - 1)$ 。物种丰富度指数采用物种数(S)和 Margalef 模型, $d_s = (S - 1)/\ln N$ 。

2 结果与分析

2.1 不同类型生境中步甲的物种组成和数量

在6种不同类型生境中采集到步甲1 862头, 分别隶属于3亚科14属29种。其中婪步甲属6种, 青步甲属5种, 步甲属4种, 其余11属各1~2种。黑腹胫步甲、中华曲胫步甲、谷婪步甲、肖毛婪步甲、拟逗

斑青步甲、赤背梳爪步甲和普通暗步甲的个体数量比例均在5%以上, 为本地常见种; 青寡行步甲、红斑步甲和毛婪步甲的个体数量比例在3%~4.9%, 其余19种步甲的个体数量比例在3%以下。

由表2可以看出, 黑腹胫步甲、青腹胫步甲、锥步甲、粒步甲、麻步甲、侧步甲、中黑沟步甲、中华婪步甲、大头婪步甲、大毛婪步甲、单齿婪步甲、黄缘青步甲、狭边青步甲、双斑青步甲、铜色青步甲、黄缘肩步甲、黄足隘步甲、新月锥须步甲和耶气步甲等19种步甲可以分布于2~4种森林生境类型中, 对森林生境类型有较明显的选择倾向, 为温带落叶林分布物种; 中华曲胫步甲、青寡行步甲、肖毛婪步甲、毛婪步甲、拟逗斑青步甲、赤背梳爪步甲和普通暗步甲等7种步甲广布于5~6种生境类型中, 是比较典型的森林草原过渡地带物种; 红斑步甲、谷婪步甲和二斑锥须步甲对农田和草地生境有较强的选择性, 是农

田分布的优势种。这些步甲在生境中的分布情况, 反映了其对不同类生境选择的特异性。

不同生境类型影响物种种类组成和个体数量的分布。在针阔混交林生境中步甲的物种数最多, 其次为阔叶林, 农田中物种数最少。各类生境中步甲的个体数量由多到少依次为: 针阔混交林> 针叶林> 阔叶林> 灌丛> 草地> 农田。

表 2 不同类型生境中步甲的种类和个体数量

Table 2 Number of individuals and species richness of carabids in different habitats

步甲种类 Species	个体数占总数的比例/% Each accounted in total specimens					
	针叶林 Coniferous forest	针阔混交林 Mixed coniferous broad-leaved forest	阔叶林 Broad-leaved forest	灌丛 Shrubs	草地 Grassland	农田 Field
步甲亚科 Carabinae						
黑腹胫步甲 <i>Calosoma maximosi</i>	1.08	2.59	1.36	0.08		
青腹胫步甲 <i>C. inquisitor</i>	0.62	0.57	0.29			
中华曲胫步甲 <i>Campalita chinense</i>	1.67	2.71	1.65	0.79	0.39	0.29
锥步甲 <i>Carabus glyptoterus</i>		0.69	0.45	0.21		
粒步甲 <i>C. granulatus</i>	0.52	0.42			0.15	
麻步甲 <i>C. brandti</i>	1.11	0.93		0.06		
侧步甲 <i>C. latreillei</i>		0.88	0.57			
婪步甲亚科 Harpalinae						
青寡行步甲 <i>Anagogenius cyanescens</i>	1.42	1.19	0.89	0.64	0.21	0.14
中黑沟步甲 <i>Stenolophus connotatus</i>	0.98	1.03	0.95			
红斑步甲 <i>Anisodactylus signatus</i>				0.05	1.82	2.81
中华婪步甲 <i>Harpalus sinicus</i>	1.03	0.79	0.61	0.25		
谷婪步甲 <i>H. calceatus</i>				0.59	1.99	3.29
大头婪步甲 <i>H. captio</i>		0.29	0.31	0.18	0.15	
大毛婪步甲 <i>H. vicarius</i>		0.71	0.69	0.55		
肖毛婪步甲 <i>H. jureceki</i>	1.65	2.71	1.52	0.17	0.12	
毛婪步甲 <i>H. griseus</i>	1.87	0.95	0.79	0.35	0.19	0.09
单齿婪步甲 <i>H. simplicidens</i>		1.08	0.89	0.34	0.27	
黄缘青步甲 <i>Chlaenius spoliatus</i>	0.92	0.78	0.49			
狭边青步甲 <i>Ch. inops</i>	0.82	0.77	0.68			
双斑青步甲 <i>Ch. posticalis</i>	1.26	0.79	0.62			
拟逗斑青步甲 <i>Ch. micans</i>	2.79	1.61	1.59	0.34	0.12	
铜色青步甲 <i>Ch. pallipes</i>	1.03	0.55	0.29			
黄缘肩步甲 <i>Epmis nigricans</i>		0.42	0.58	0.31	0.21	
黄足隘步甲 <i>Patrobus flavipes</i>	0.76	0.51				
二斑锥须步甲 <i>Bembidion themarum</i>					0.55	1.05
新月锥须步甲 <i>B. semilunium</i>		0.59	0.41	0.32		
赤背梳爪步甲 <i>Calathus halensis</i>	1.58	2.69	1.33	1.45	0.72	0.09
普通暗步甲 <i>Amaraplebeja</i>	3.46	3.37	2.15	2.03	1.07	0.05
气甲亚科 Brachininae						
耶气步甲 <i>Pheropsophus jessoensis</i>	0.73	0.46	0.37	0.34		
合计/% Total individual percentage	25.3	30.08	20.48	8.37	7.96	7.81
物种数 Species richness	19	26	23	19	14	8

2.2 不同类型生境中步甲群落的多样性

表 3 反映了不同生境中步甲类群的多样性。由表 3 可以看出, 不同类型生境中步甲的多样性指数 H' 和均匀度指数 J' 值由大到小依次为: 针阔混交林 > 阔叶林 > 针叶林 > 灌丛 > 草地 > 农田; 优势指数 C' 的大小次序与多样性指数 H' 和均匀度指数 J' 相反。

表3 不同类型生境中步甲群落的多样性

Table 3 Diversity of carabid communities in different types of habitats

生境类型 Habit types	物种数 No. of species	物种丰富度 Richness of species(d_s)	多样性指数 Index of diversity (H')	均匀度指数 Index of evenness (J')	优势度指数 Index of dominant (C')
针叶林 Coniferous forest	19 b	2 841.2 c	2.767 4 b	0.919 9 a	0.718 8 b
针阔混交林 Mixed forest	26 a	4 017.4 a	3.067 0 a	0.951 3 a	0.549 9 b
阔叶林 Broad-leaved forest	23 ab	3 669.4 b	2.916 7 a	0.930 2 a	0.655 9 b
灌丛 Shrubs	19 b	3 518.4 b	2.615 2 b	0.888 2 b	0.882 6 ab
草地 Grassland	14 c	1 586.4 d	2.164 2 c	0.820 1 c	1.495 5 a
农田 Field	8 c	1 113.7 d	1.654 1 d	0.795 5 c	2.679 9 a

注: 同列数据后标不同字母者表示差异显著($P < 0.05$)。

Note: Values in the same column followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$).

2.3 干扰强度对步甲种类和数量的影响

从图1可以看出, 在生境受到严重干扰的情况下, 步甲的种类和数量均很少; 在生境轻度干扰时数量上升; 在几乎没有干扰时又会略有下降, 但此时的种类和数量均高于中等和严重干扰的情况。

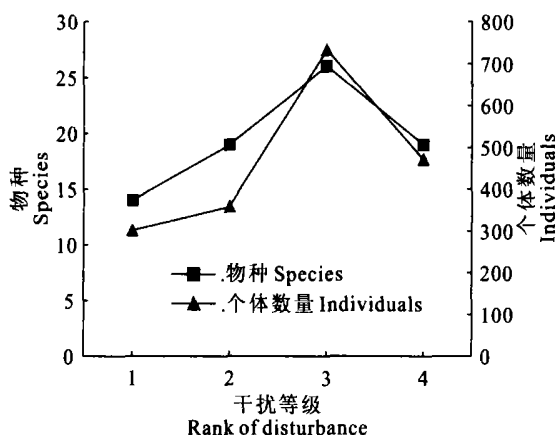


图1 不同干扰强度对步甲种类与数量分布的影响

Fig. 1 Effect of different degrees of disturbance on the distribution patterns of individuals and species of Carabid

3 讨论与结论

黑腹胫步甲、青腹胫步甲、锥步甲、粒步甲、麻步甲、侧步甲、中黑沟步甲、中华婪步甲、大头婪步甲、大毛婪步甲、单齿婪步甲、黄缘青步甲、狭边青步甲、双斑青步甲、铜色青步甲、黄缘肩步甲、黄足隘步甲、新月锥须步甲和耶气步甲等19种步甲可以分布于2~4种森林生境类型中, 对森林生境类型有较明显的选择倾向, 为温带落叶林分布物种; 中华曲胫步甲、青寡行步甲、肖毛婪步甲、毛婪步甲、拟逗斑青步甲、赤背梳爪步甲和普通暗步甲等7种步甲广布于5~6种生境类型中, 是比较典型的森林草原过渡地

带物种; 红斑步甲、谷婪步甲和二斑锥须步甲对农田和草地生境有较强的选择性, 是农田分布的优势种。这种分布状况反映了其对生境选择的特异性, 与子午岭林区地处暖温带半湿润气候、植被处于森林草原—半干旱草原过渡地带的特点相适应^[13]。

子午岭林区的生境类型决定了步甲种类的多样性分布特征。其物种丰富度、多样性指数、均匀度指数和优势度指数存在一定的相关性。多样性指数和均匀度指数在各类型生境中由大到小的次序为针阔混交林> 阔叶林> 针叶林> 灌丛> 草地> 农田, 而优势度指数的大小次序与多样性指数和均匀度指数相反, 这反映了不同生境的植被类型及环境特点, 也较好地反映了生境内步甲的分布规律及其对环境的依赖性。

Levin 等^[14]曾提出干扰提高物种多样性的假设; Rosenzweig^[15]也提到, 干扰并非只能削减物种多样性, 干扰频度和程度过高或过低都不利于提高物种多样性, 而小规模中等程度的干扰能极大丰富物种多样性。在本研究中, 针叶林生境处于地形复杂的核心区内, 很少有人活动, 植被覆盖率较高, 几乎没有干扰; 针阔混交林、落叶阔叶林生境的干扰主要来自森林管护和采野果、采菌活动, 但对生境没有破坏, 属于轻度干扰; 农田、草地和灌丛生境人为活动或自然因素(水蚀)影响极大, 生境受到严重破坏, 干扰程度很高, 属于严重干扰。从理论上讲, 针叶林生境受外界干扰小, 物种多样性应该更丰富些, 而实际上针叶林生境内物种和个体数量都相对较低; 在轻度干扰的针阔混交林和阔叶林生境内, 物种多样性最丰富; 而农田、草地和灌丛生境因受到严重破坏, 干扰程度很高, 物种种类和个体数量最低。干扰等级与步甲种类和个体数量之间的关系曲线反映了这一趋势。

致谢: 本文承蒙西北农林科技大学昆虫研究所袁锋教授和赵惠燕教授审阅, 深表感谢!

[参考文献]

- [1] 田明义 中国步甲属(鞘翅目: 步甲科)物种多样性及其保护问题[J]. 昆虫天敌, 2000, 22(4): 151- 154
- [2] Abildsnes J, Tommer B A. Impacts of experimental habitat fragmentation on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in a boreal spruce forest[J]. Annales Zoologici Fennici, 2000, 37: 201- 212
- [3] Baars M A. Patterns of movements of radioactive carabid beetles[J]. Oecologia, 1979b, 4: 125- 140
- [4] Davis A L V. Habitat fragmentation in southern Africa and distributional response patterns in five specialist or generalist dung beetles families (Coleoptera)[J]. African J Ecol, 1994, 32: 192- 207.
- [5] Burel F. Landscape structure effects on Carabid beetle spatial patterns in western France[J]. Landscape Ecol, 1989, 2: 215- 226
- [6] Burke D, Goulet H. Landscape and area effects on beetle assemblages in Ontario[J]. Ecography, 1998, 21: 472- 479
- [7] Adis J. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps[J]. Zoologischer Anzeiger, 1979, 202: 177- 184
- [8] Martin J E H. The Insect and Arachnids of Canada[M]. Hull, Quebec: Supply and Services Canada, 1978
- [9] 陕西省植物保护总站 陕西农业害虫天敌[M]. 陕西杨陵: 天则出版社, 1990
- [10] 黄同陵 中国步甲科昆虫名录续编[M]. 成都: 四川科学出版社, 1990 1- 119
- [11] 马克平 生物群落多样性的测度方法 I: α 多样性的测度方法(上)[J]. 生物多样性, 1994, 2(3): 162- 168
- [12] 马克平, 刘玉明 生物群落多样性的测度方法 I: α 多样性的测度方法(下)[J]. 生物多样性, 1994, 2(4): 231- 239
- [13] 邹厚远, 刘国彬, 王晗生 子午岭林区在过去50年的植被演化[J]. 西北植物学报, 2002, 22(1): 1- 8
- [14] Levin S A, Paine R T. Disturbance, patch formation, and community structure[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1974, 71: 2744- 2747.
- [15] Rosenzweig M L. Species Diversity in Space and Time[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1995

Species diversity and habitat distribution of carabid (Coleoptera: Carabidae) communities in Ziwuling forest region

JIANG Shuang-lin^{1,2}, WANG Gen-wang², ZHOU Tian-lin²

(1 College of Plant Protection, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Department of Life Sciences, Longdong University, Qingyang, Gansu 745000, China)

Abstract: This study was conducted in Ziwuling forest region of Gansu province, northwest China. Thirteen plots with six different habitats were investigated and the method of pitfall traps was employed to compare the influence of elevation, disturbance and vegetation difference on the diversity of carabids (Coleoptera: Carabidae) and the relation with its living surroundings. 29 species of 14 genera in 3 subfamilies were recorded, of which seven species, *Calosoma maximumiczii*, *Campalita chinense*, *Harpalus calceatus*, *Harpalus jureceki*, *Chlaenius micans*, *Calathus halensis* and *Amaro plebeja*, accounted for over 5% of total specimens respectively and were the commonly occurred species in this region. Species diversity (H' value), evenness value and species abundance were highest in mixed coniferous broad-leaved forests and lowest in crop fields. Severe disturbance from intensive human and natural activity strongly limited species distributions and their abundance. The highest species number and the highest abundance were observed in habitats with a moderate degree of disturbance and habitats in relative stable and undisturbed ecosystems did not show high number of species and abundance.

Key words: carabid; diversity; Ziwuling forest region