东灵山区阎甲物种多样性研究

罗天宏 于晓东 周红章*

(中国科学院动物研究所, 北京 100080)

摘要: 本文研究了北京东灵山区阎甲科(Coleoptera: Histeridae)物种多样性, 野外设样地调查共获标本 2224 头, 分属于 6 属 17 种。*Saprinus niponicus*、*Onthophilus foveipennis*、*Margarinotus niponicus* 和 *M. reichardti* 的个体数量均大于总数的 10%。4 种共占总个体数的 88.22%, 是本地区常见种。本研究采用 4 种采集方法分别统计: 肉诱法捕获的种类和数量最多, 共 12 种占总数的 70.19%; 杯诱法和堆草诱法都捕到 8 种, 分别占总数的 23.61% 和 4.81%; 网筛法采到的标本仅有 2 种占总数的 1.39%。研究优势物种 *Onthophilus foveipennis* 的季节性变化发现, 该种集中分布在小龙门林区的阔叶混交林内, 个体数量在 5 月和 9 月呈现 2 个季节峰值, 其中 9 月达到全年最高峰。对小龙门林区内肉诱捕获的阎甲类群的物种多样性分析表明, 阔叶林中的阎甲多样性指数和均匀度指数较高, 混交林的丰富度和个体数量较高, 针叶林的多样性指数和个体数量较低, 混交林的均匀度指数较低; 而相似性分析表明, 空间距离是决定小龙门林区内森林生境类型间腐生性阎甲群落相似性程度的因素, 生境类型自身对相似性没有显著影响。梨园岭退耕区阎甲的物种多样性指数和均匀度指数高于小龙门林区, 但物种个体平均数量低于小龙门林区。以上结果表明, 东灵山地区阎甲群落的分布受生境保护程度、干扰程度以及空间距离等因素的影响, 保护并提高该地区的森林植被环境对提高阎甲物种多样性有重要意义。

关键词: 东灵山区, 阎甲, 物种多样性

中图分类号: Q968 文献标识码: A 文章编号: 1005-0094(2002)02-0143-06

Studies on species diversity of histerid beetles (Coleoptera: Histeridae) in Dongling Mountain

LUO Tian-Hong, YU Xiao-Dong, ZHOU Hong-Zhang*
Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080

Abstract: Species diversity of histerid beetles (Coleoptera: Histeridae) was investigated in Dongling Mountain, about 114 km west of Beijing, China. Using four kinds of collecting methods, we collected 2224 specimens of Histeridae belonging to 6 genera and 17 species. Of the collected species, *Saprinus niponicus*, *Onthophilus foveipennis*, *Margarinotus niponicus* and *M. reichardti* accounted for 88.22% of total collected specimens. These four species each over 10% of total specimens, could be categorized to commonly occurring species. Twelve histerid species, namely 70.19% of total specimens were captured by meat bait, 8 species (23.61%) by pitfall traps, 8 species (4.81%) by grass bait, and 2 species (1.39%) by sifter. *Onthophilus foveipennis*, a dominant species captured by pitfall traps, occurred usually only in mixed broad-leaved forests in Xiaolongmen. Populations were high in May and September, and peaked in September. For histerid beetles from meat bait, we analyzed species diversity and similarity in eight plots representing three types of habitats in Xiaolongmen. Diversity index (H') and evenness index (J) were higher in broad-leaved woods than in coniferous and mixed woods. Mixed woods were the highest in number of species and of individuals and lowest in evenness. Coniferous woods showed a low value of diversity and number of individuals. Analyzing the similarity coefficient (q) of histerid beetle communities, we found that similarity between pairs of the eight plots decreased as distance between the

基金项目: 国家重点基础研究发展规划项目(G2000046801), 国家自然科学基金重大项目(39893360 和 39899400)和中国科学院知识创新工程领域前沿项目

收稿日期: 2001-11-22; 接受日期: 2002-04-08

作者简介: 罗天宏, 女, 1974 年生, 助理工程师, 主要从事昆虫分类和生物多样性研究。

* 通讯作者 Author for correspondence E-mail: zhouhz@panda.ioz.ac.cn

plots increased , independent of habitat types. We also compared species diversity between Xiaolongmen , a well-protected forest area , and Liyuanling , an area of farmlands abandoned five years ago and interspersed with small hills. We found higher values of diversity and evenness and lower values of individual number in Liyuanling. These results suggest that compositions and distributions of histerid beetles are influenced by habitat protection , disturbance and geographic distances , and that species diversity could be conserved through increasing forest coverage and decreasing human disturbance in the Dongling Mountain.

Key words : Dongling Mountain , Histeridae , species diversity

昆虫在生物多样性研究中具有重要的地位 ,其研究和保护工作近年得到了较大发展(潭济才等 , 1998 ;周红章等 ,2000 ;贾凤龙等 ,2000 ;于晓东等 , 2001a , b ;韩宝瑜 ,2001 ;杨效东等 ,2001)。但从研究角度和对象的选择来说 ,这些研究常以分类较粗化的目或科为最小研究单位 ,忽略了目或科内物种间的分布差异 ,不利于对物种多样性的理解。目前只有少数门类 ,如蝴蝶、步甲等在物种的水平上进行过较系统的研究(陈振宁 ,曾阳 ,2001 ;于晓东等 , 2001c)。

阎甲科(Histeridae)隶属于鞘翅目(Coleoptera) ,主要以腐败物质中或大型真菌中的昆虫幼虫为食 ,或直接取食动物的尸体或粪便(Crowson , 1982)。鉴于这种生活特点 ,阎甲种类的分布与人类活动影响关系密切 ,其物种组成和数量变化可以作为监测该地区环境变化的客观因子。目前 ,阎甲的研究工作集中在分类学方面(Ohara , 1994 ; Mazur , 1997 ; Zhou & Luo , 2001) ,其他方面研究几乎没有涉及 ,不利于对该类群的全面认识。

东灵山地区属于太行山系 ,小五台山余脉 ,生境类型丰富 ,既有华北地区具有代表意义的地带性森林 ,也有生态恢复工程覆盖的荒山、半荒山农田退耕区。这样的生境有利于研究林相对阎甲分布的影响 ,以及阎甲在退耕区与森林生境之间的差异 ,帮助我们理解生态恢复和环境保护对物种种群的影响。基于以上理由 ,本文以阎甲科为对象 ,研究该地区物种和数量组成 ,探讨林相和森林保护程度对物种多样性的影响 ,为将来物种多样性的深入研究和保护工作打下基础。

1 研究样地和方法

东灵山地区(40°00′ N ,115°26′ E)位于北京门头沟区西部 ,距市区 114 km ,属暖温带大陆性季风气候 ,年均温 5 ~ 11℃ ,年降水量约 500 ~ 650 mm (茅世森 ,宋凤山 ,1997)。我们的研究主要在小龙

门林区 and 梨园岭退耕区 2 个地点进行 ,分别代表了该地区森林植被类型和荒山、半荒山农田退耕区植被类型。

标本采集主要以巴氏罐诱、网筛、肉诱和堆草诱 4 种方法相结合 ,于 1998 ~ 2000 年间进行阎甲多方位采集。巴氏罐诱法是捕获地表活动甲虫的有效方法 ,在长期监测和多地点对比中 ,具有适用可行、易于统一标准等优点 ,适于研究地表甲虫的丰富度、季节活动规律和种群动态等。网筛是对巴氏罐诱法的补充(Martin , 1978 ; Baars , 1979 ; Muehlenberg , 1989)。肉诱法是通过在地面放置腐烂的肉来引诱阎甲 ,主要捕获以腐肉或腐肉中的蛆虫为食的阎甲种类 ,本研究中固定样地内主要采用羊肉作诱饵 ,临时样地内用猪肉作诱饵。堆草诱法是通过草或小灌木的堆积 ,因草或枝叶的腐烂而引诱阎甲 ,是对肉诱法很好的补充(Ohara , 1997)。

阎甲类群的季节动态主要通过巴氏罐诱法完成。本研究中 ,小龙门林区设 5 块样地 ,包括油松(*Pinus tabulaeformis*)林、华北落叶松(*Larix gmelinii* var. *principis-rupprechtii*)林、辽东栎(*Quercus liaotungensis*)林、胡桃楸(*Juglans mandshurica*)林和落叶阔叶混交林 5 种生境 ;梨园岭退耕区设 3 块样地 ,包括荆条(*Vitex negundo* var. *heterophylla*)灌丛、山杏(*Prunus armeniaca* var. *ansu*)灌丛和辽东栎萌生丛 3 种生境 ,每块样地面积约为 2 hm²。为了了解主要类群的季节动态 ,除冬季(11 月 ~ 次年 3 月)外 ,每月在样地内通过设置诱罐和进行网筛采集标本。本研究中采用塑料杯(高 9 cm ,口径 7.5 cm)作为诱罐 ,杯壁上方 1/4 处打一小孔 ,以免由于雨水过多使标本流失。每块样地设诱杯 80 ~ 110 个 ,约 3 ~ 4 个杯子为一个引诱点 ,诱杯间距 30 ~ 40 cm ,引诱点间隔约 1 ~ 2 m ,在样地内排成两列。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 ,放置诱杯时间为 3

天。

阎甲群落间的物种多样性和相似性研究通过肉诱法完成。考虑到不同林相类型的影响,于 2000 年 6 月 20 日~7 月 2 日间,在小龙门林场附近地区平坦开阔的山谷中的不同林相内进行定点肉诱,设定 8 个样地进行对比实验。其中混交林样地 2 个(A1 ~ A2),为针阔混交林,以油松或落叶松等针叶树种与山杨(*Populus davidiana*)、色木槭(*Acer mono*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)等阔叶树种间杂分布,没有明显的优势种。阔叶林样地 4 个(B1 ~ B4),其中 B1 和 B3 为杨树林,以山杨为优势种,林下夹杂少量低矮的辽东栎和色木槭;B2 为阔叶混交林,由山杨、色木槭及辽东栎组成,各种数量分布较均匀;B4 为胡桃楸林,以胡桃楸为优势树种,林下夹杂由少量色木槭、毛榛(*Corylus mandshurica*)、六道木(*Abelia biflora*)、胡枝子等组成的低矮灌丛。针叶林 2 个(C1 ~ C2),为油松纯林。样地分布如图 1 所示。本研究中我们采用羊肉为引诱物,每个样地放肉约 2 kg,羊的死亡时间为 2 天。将羊肉剁成小块,放置在塑料布上,以免在采集时间阎甲钻入土中。羊肉表面盖上草和地表枯落物,防止肉很快失水变干及被鸟兽发现叼走。放置后每天上午、中午、下午各采集 1 次,连续 12 天。

图 1 小龙门林区内进行羊肉诱捕阎甲研究的样地分布示意图

Fig. 1 Distribution of the local sites where the meat bait study on histerid beetles was conducted in Xiaolongmen area

A1, A2: 混交林 Mixed woods; B1, B3: 山杨林 *Populus davidiana* woods; B2: 阔叶混交林 Mixed broad-leaved woods; B4: 胡桃楸林 *Juglans mandshurica* woods; C1, C2: 油松林 *Pinus tabulaeformis* woods

梨园岭退耕区与小龙门林区之间的物种多样性比较主要采用肉诱法获得的数据。梨园岭退耕区的肉诱法数据收集工作大部分于 1998 年完成,引诱物

为羊头,环境类型为中国科学院动物研究所研究站附近的混交林,与小龙门林区内的样地 A1 最为接近,后者为小龙门生态定位站附近的混交林。虽然采集时间不同,但由于梨园岭退耕区近几年正进行生态恢复,居民已于几年前迁出,环境的变化不大,因此两者还是具有较强的可比性。

除了以上的固定样地外,我们每年 6~9 月间还在东灵山地区的不同生境内设置临时样地,利用这 4 种方法进行随机采集。

物种多样性分析采用 Shannon-Wiener 多样性指数: $H' = -\sum_{j=1}^s P_j \ln P_j$ 。式中 $P_j = n_j/N$, 为第 j 种占总个体数 N 的比例, s 代表物种数。均匀度分析采用 Pielou 指数: $J = H'/H_{max}$ 。物种丰富度采用物种数 (S) 测度(马克平,刘玉明,1994)。

根据 Jaccard 相似性公式计算相似性系数(马克平,1994): $q = c/(a + b - c)$ 。式中 c 为两个群落的共有物种数, a 和 b 分别为群落 A 和群落 B 的物种数。根据 Jaccard 相似性系数原理,当 $q = 0.00 \sim 0.25$, 为极不相似;当 $q = 0.25 \sim 0.50$, 为中等不相似;当 $q = 0.50 \sim 0.75$, 为中等相似;当 $q = 0.75 \sim 1.00$, 为极相似。

2 结果

2.1 物种组成

本项研究中,共获得阎甲 2224 头,分属于 6 属 17 种。其中 *Saprinus niponicus*、*Onthophilus foveipennis*、*Margarinotus niponicus* 和 *M. reichardti* 的个体数量均在总数的 10% 以上,占总数的 88.22%,是本地区常见种。此外,有 13 个种的个体数量均在 4% 以下,是所研究地区的比较少见的物种(见表 1)。

已完成鉴定的 15 种中,仅分布在古北区的物种有 9 种,包括 *Hister unicolor leonhardi*、*Margarinotus niponicus*、*M. reichardti*、*M. schneideri*、*M. weymarni*、*Onthophilus foveipennis*、*O. silvae*、*Saprinus niponicus* 和 *S. planiusculus*;在古北区和东洋区都有分布的物种有 6 种,包括 *Atholus duodecimstriatus*、*Hister congener*、*H. pransus*、*H. sibiricus*、*Merohister jekeli* 和 *Saprinus aeneolus*。

2.2 不同采集方法的比较

从表 1 可以看出,肉诱捕获的标本种类和数量最多,共 12 种占个体总数的 70.19%,以 *Saprinus niponicus*、*Margarinotus niponicus* 和 *M. reichardti* 为

表 1 东灵山地区阎甲的物种及个体数量
Table 1 Species and individual number of histerid beetles collected from Dongling Mountain

物种 Species	杯诱 Pitfall traps	网筛 Sifter	堆草诱 Grass bait	肉诱 Meat bait	数量百分比 (%) Percentage	
<i>Saprinus niponicus</i>	3	—	—	882	39. 79	88. 22
<i>Onthophilus foveipennis</i>	483	30	2	—	23. 16	
<i>Margarinotus niponicus</i>	6	1	42	274	14. 52	
<i>M. reichardti</i>	2	—	1	236	10. 75	
<i>M. schneideri</i>	—	—	18	63	3. 64	11. 78
<i>Hister sibiricus</i>	20	—	18	8	2. 07	
<i>Merohister jekeli</i>	—	—	—	36	1. 62	
<i>Saprinus planiusculus</i>	—	—	—	31	1. 39	
<i>Margarinotus weymarni</i>	—	—	12	15	1. 21	
<i>Hister pransus</i>	7	—	13	—	0. 90	
<i>Atholus duodecimstriatus quatuordecimstriatus</i>	—	—	—	7	0. 31	
<i>Hister unicolor leonhardi</i>	—	—	—	6	0. 27	
<i>H. congener</i>	3	—	—	—	0. 13	
<i>Saprinus aeneolus</i>	—	—	—	2	0. 09	
<i>Onthophilus silvae</i>	—	—	—	1	0. 04	
<i>Hister</i> sp.	1	—	—	—	0. 04	
<i>Margarinotus</i> sp.	—	—	1	—	0. 04	
数量百分比(%) Percentage	23. 61	1. 39	4. 81	70. 19		

主。杯诱获得的标本其次,有 8 种占个体总数的 23.61%,以 *Onthophilus foveipennis* 为主。堆草诱获得的标本再次,有 8 种占总数的 4.81%,以 *Margarinotus niponicus*、*M. schneideri*、*M. wegmarni*、*Hister sibiricus* 和 *H. pransus* 为主。网筛获得的标本最少,仅有 2 种占个体总数的 1.39%,以 *Onthophilus foveipennis* 为主。

2.3 季节动态

Onthophilus foveipennis 在杯诱获得的 8 个阎甲物种中占绝对数量优势,集中分布在小龙门林场内的阔叶混交林内,达 480 头占总数的 92%,仅有 2 头和 1 头标本分布在附近的落叶松林和胡桃楸林内。由于 1998 年我们仅在 9 月采样 1 次,考虑到时间的连续性,我们仅比较 1999~2000 年内物种数量的季节变化。*Onthophilus foveipennis* 的个体数量在 1999 年有 2 个季节高峰,分别为 5 月和 9 月,其中后者达到了全年的最高峰,而在 6~7 月几乎没有数量分布;在 2000 年虽然只进行 3 次采样但也符合 1999 年的趋势(图 2)。除了 *Onthophilus foveipennis* 外,其他物种个体数量较少,无法进行精确的季节间数量比较(表 1)。

2.4 物种多样性和群落间的相似性

2.4.1 物种组成和分布

图 2 *Onthophilus foveipennis* 在阔叶混交林生境内的季节分布
Fig. 2 Seasonal changes of *Onthophilus foveipennis* in mixed broad-leaved woods

从表 2 可以看出,从小龙门林区的 8 个样地内共获得阎甲科 5 属 11 种 1460 头标本,以 *Saprinus niponicus*、*Margarinotus niponicus* 和 *M. reichardti* 3 个种的个体数量占绝对优势,达 1330 头占总数的 91.1%。分布比较广的物种有 4 种,包括 *Saprinus niponicus*、*Margarinotus niponicus*、*M. reichardti* 和 *M. schneideri*,分布范围遍及所有样地。*Saprinus aeneolus* 和 *Atholus duodecimstriatus quatuordecimstriatus* 的个体数量各有 2 头,仅分布在 2 个样地内。

表 2 小龙门林区和梨园岭退耕区不同林相内肉诱获得阎甲类群的物种组成
Table 2 Species and individual number of histerid beetles captured by mutton bait in Xiaolongmen area and Liyuanling area

物种 Species	小龙门林区 Xiaolongmen area								梨园岭退耕区* Liyuanling area
	A1	A2	B1	B2	B3	B4	C1	C2	
<i>Atholus duodecimstriatus quatuordecimstriatus</i>	—	—	—	—	1	—	1	—	—
<i>Hister sibiricus</i>	—	1	1	—	—	4	—	1	5
<i>H. unicolor leonhardi</i>	1	—	2	—	1	—	1	—	1
<i>Margarinotus niponicus</i>	43	17	42	31	48	8	37	29	6
<i>M. reichardti</i>	41	9	82	15	38	1	16	14	—
<i>M. schneideri</i>	10	8	22	7	7	1	2	4	12
<i>M. wegmarni</i>	3	1	—	1	1	—	—	1	2
<i>Merohister jekeli</i>	6	1	8	—	—	—	1	—	—
<i>Saprinus aeneolus</i>	1	—	1	—	—	—	—	—	5
<i>S. niponicus</i>	228	64	236	17	159	5	106	44	—
<i>S. planiusculus</i>	15	2	13	—	—	—	—	—	8

注 Note : * 梨园岭退耕区内近居民区的混交林 Mixed woods near residential area in Liyuanling ;表中样地代号同图 1 Plot codes are given in Fig. 1

表 3 小龙门林区和梨园岭退耕区不同林相内肉诱阎甲类群的物种多样性分析
Table 3 Species diversity , evenness , richness and individuals of histerid beetles captured by meat bait in Xiaolongmen area and Liyuanling area

	A1	A2	B1	B2	B3	B4	C1	C2	①
多样性指数 Diversity index H'	1.1695	1.2160	1.2738	1.3210	1.0565	1.3535	0.9921	1.2353	1.7485
均匀度指数 Evenness index J	0.5323	0.5848	0.5797	0.8208	0.5429	0.8410	0.5098	0.6894	0.8986
丰富度指数 Richness index S	9	8	9	5	7	5	7	6	7
个体数量 Individuals N	348	103	407	71	255	19	164	93	39

注 Note :① 梨园岭退耕区内近居民区的混交林 Mixed woods near residential area in Liyuanling ;表中样地代号同图 1 Plot codes are given in Fig. 1

2.4.2 物种多样性分析

比较 8 个样地的物种多样性指数可以发现 ,除了阔叶混交林(B3)外 ,阔叶林内多样性指数(H')和均匀度指数(J)普遍较高 ,平均值分别为 $H' = 1.2512$ 和 $J = 0.6961$,高于混交林($H' = 1.1928$ 和 $J = 0.5585$)和针叶林($H' = 1.1137$ 和 $J = 0.5996$)。物种丰富度(S)和个体数量(N)在 1 个山杨林样地(B1)和 1 个混交林样地(A1)内最高 ,在胡桃楸林样地(B4)内最低 ;从平均值看 ,混交林的丰富度和个体数量最高 ,分别为 8.5 和 226 ,高于阔叶林($S = 6.5$, $N = 188$)和针叶林($S = 6.5$, $N = 129$)(表 3)。

2.4.3 相似性分析

除了个别生境间相似性系数低于 0.50 或高于 0.75 外 ,其他均在 0.50 ~0.75 外之间 ,依据相似性系数原理 ,为中等相似水平 ,表明在 8 种生境间阎甲群落的相似性程度较高。而且从大多数生境间的相似性系数的分布还可以看出 ,随着生境间的距离加大 ,相似性系数降低。生境类型对相似性系数影响不大 ,某些相同类型的生境 ,如 2 个针叶林生境和 2 个山杨林生境 ,相似性系数还低于 0.50 (图 1 ,表 4)。

表 4 小龙门林区不同生境内肉诱捕获阎甲群落间的相似性系数

Table 4 Similarity coefficient (q) of histerid beetles captured by meat bait between different habitats in Xiaolongmen area

	B1	A2	C1	B3	B2	C2	B4
A1	0.80	0.70	0.60	0.60	0.56	0.50	0.40
B1		0.70	0.60	0.45	0.40	0.60	0.56
A2			0.50	0.50	0.63	0.75	0.63
C1				0.75	0.50	0.44	0.50
B3					0.71	0.63	0.50
B2						0.83	0.67
C2							0.50

注 Note :表中样地代号同图 1 Plot codes are given in Fig. 1

2.5 小龙门林区与梨园岭退耕区对比

与小龙门林区样地相比 ,梨园岭退耕区阎甲群落中的优势种不明显(表 2) ,物种多样性指数($H' = 1.7485$)和均匀度指数($J = 0.8986$)都远高于小龙门林区任何样地(平均值为 $H' = 1.2022$ 和 $J = 0.6375$)。梨园岭退耕区物种的丰富度和个体数量与小龙门林区的样地互有高低 ,与整个小龙门林区样地的平均值($S = 7$, $N = 187.4$)相比 ,物种丰富度相同 ,但个体数量较低($N = 39$)。与环境相似的 A1 样地($S = 9$, $N = 348$)相比 ,物种丰富度和个体数量都低得多(表 3)。

3 讨论

根据最新记录(Mazur , 1997 ;Zhou & Luo , 2001) ,除了 2 个未定名种 ,其他 15 种属于古北区分布 ,占 60% ,广布种(古北区和东洋区共有种)占 40% 。可见 ,东灵山地区的阎甲物种具有很强的地区代表性 ,更多反映了古北区的成分。在东灵山地区的研究中所发现的 *Onthophilus silvae* 为中国新记录种 ,以前只在日本发现过 ,为稀有种 ,结果已另文发表(Zhou & Luo , 2001)。这表明东灵山地区生境保护较好 ,很好地维持了稀有阎甲物种的多样性。昆虫的季节动态与其生活史发育有密切关系 ,本研究发现的 *Onthophilus foveipennis* 的双峰值的季节曲线 ,能为今后研究该物种的生命周期、季节适应与年周期调节提供有用的启示。

小龙门林区和退耕区的物种多样性比较 ,反映了两地间生境保护程度和人为干扰程度的差异。梨园岭退耕区植被多为树木砍伐后形成的灌丛或萌生丛群落 ,正处在恢复期 ,栖息地能提供的环境呈多样化分布 ,稳定性差 ,变化快 ,因此不易形成一种或几种阎甲占优势的群落 ,而易形成多种阎甲均有相当数量分布的群落 ,因此物种多样性和均匀度就比较高。小龙门林区为典型的森林生境 ,植被环境较好 ,稳定性较高 ,自我调节能力强 ,容纳的物种的种类和数量较多 ,但易形成一种或几种物种占优势的群落 ,物种多样性和均匀度相对较低。这一结果证实了适度干扰提高物种多样性的假设(Levin & Paine , 1974 ;Rosenzweig , 1995)。在东灵山地区以前的研究中 ,已经发现大步甲的物种多样性分布与阎甲目前的研究结果相似^①。在其他地区的研究中 ,神农架保护区的大步甲和蜗步甲的物种多样性分布也符合这一规律(于晓东等 2001c)。

以上分析表明 ,东灵山地区阎甲群落比较丰富 ;在东灵山地区内 ,生境保护和干扰程度的差异可能是导致小龙门林区和梨园岭退耕区间差异的主要原因 ;在小龙门林区内空间距离是决定不同森林生境类型间阎甲群落相似性程度的主要因素。

致谢 本研究的野外工作得到中国科学院北京森林生态系统定位站和中国科学院动物研究所梨园岭工作站有关人员的大力协助 ,波兰 S. Mazur 教授帮助鉴定部分阎甲标本 ,特此表示感谢。

参考文献

陈振宁,曾阳,2001. 青海祁连山地区不同生境类型蝶类多样性研究. 生物多样性,9 (2): 109 ~ 114

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

贾凤龙,梁铭球,陈振耀,庞虹,谢委才,陈里娥,叶桂栋,2000. 梧桐山甲虫物种多样性. 生物多样性,8 (2): 169 ~ 171

马克平,1994. 生物群落多样性的测度方法. 见:钱迎倩,马克平(主编),生物多样性研究的原理与方法. 北京:中国科学技术出版社. 1 ~ 27

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

茅世森,宋凤山,1997. 小龙门地区的气候特征. 见:陈灵芝,黄建辉(主编),暖温带森林生态系统结构与功能的研究. 北京:科学出版社,28 ~ 37

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

杨效东,唐勇,唐建维,2001. 热带次生林刀耕火种过程中土壤节肢动物群落结构及多样性的变化. 生物多样性,9 (3): 222 ~ 227

于晓东,周红章,罗天宏,2001a. 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

于晓东,周红章,罗天宏,2001b. 云南西北部地区地表甲虫物种多样性研究. 动物学研究,22 (6): 454 ~ 460

于晓东,周红章,罗天宏,2001c. 神农架保护区大步甲和蜗步甲属生境选择与物种多样性研究. 生物多样性,9 (3): 214 ~ 221

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

Baars M A, 1979. Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecologia*, 41: 25 ~ 46

Crowson R A, 1982. The Biology of the Coleoptera. Academic Press Inc, New York

Levin S A and R T Paine, 1974. Disturbance, patch formation, and community structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 71: 2744 ~ 2747

Martin J E H, 1978. The Insects and Arachnids of Canada (Part 1: Collecting, preparing and preserving insects, mites, and spiders). Supply and Services Canada, Hull

Mazur S, 1997. A World Catalogue of the Histeridae (Coleoptera: Histeroidea). *Biologica Silesiae*, Wroclaw

Muehlenberg M, 1989. Freilandökologie. Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg

Ohara A, 1994. A revision of the superfamily Histeroidea of Japan (Coleoptera). *Insecta Matsumurana (new series)*, 51: 1 ~ 283

Ohara A, 1997. Unwellknown attractive beetles: Histeridae. *The Nature and Insects*, 32 (2): 19 ~ 22 (in Japanese)

Rosenzweig M L, 1995. Species Diversity in Space and Time. Cambridge University Press, Cambridge

Zhou H and T Luo, 2001. On the genus *Onthophilus* Leach (Coleoptera: Histeridae) from China. *The Coleopterist Bulletin*, 55 (4): 507 ~ 514

① 于晓东,周红章,罗天宏 2002. 东灵山区大步甲属物种分布和季节变化的多样性格局. 生态学报 22(8),印刷中

(责任编辑:孙大川)