

河南昆虫、蜘蛛、蜚蠊地理分布的多元相似性聚类分析

申效诚^{1,2}, 任应党¹, 王爱萍², 张书杰²

(1. 河南省农业科学院植物保护研究所, 河南 郑州 450002; 2. 郑州大学 生物工程系, 河南 郑州 450001)

摘要: 河南省的昆虫、蜘蛛、蜚蠊种类共 8637 种, 隶属 32 目 551 科 3967 属。使用多元相似性聚类分析法 (MSCA) 对全省 11 个生态区域间的关系进行分析, 总相似性系数 0.184, 表明分布很不均匀, 在 0.3 的相似性水平上, 全省分为 4 个地理分布区: 平原盆地区、西北山地丘陵区、伏牛山区和桐柏大别山区。分析了分类阶元、区系成分、不同类群、种类规模、分布地规模对相似性聚类关系的影响, 结果显示, 属级水平和种级一样, 能够揭示省级地理区域内的相似性聚类关系, 科级水平将适合更大的地理区域; 生物类群是对相似性聚类结构影响最大的参量, 保证多类群的参与, 是揭示整体规律的关键; 在多类群参与的前提下, 种类和分布地不是敏感的因素, 合适的种类抽样同样能得到满意的结果, 分布地的少量增减, 也只会引起相似性系数的轻微变动。

关键词: 地理分布; 多元相似性聚类分析; 昆虫; 河南; 中国

A multivariate similarity clustering analysis for geographical distribution of insects, spiders and mites in Henan Province

SHEN Xiaocheng^{1,2}, REN Yingdang¹, WANG Aiping², ZHANG Shujie²

1 Institute of Plante Protection, Henan Academy of Agriculture Sciences, Zhengzhou 450002, China

2 Department of Biological Enginering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China

Abstract: Henan Province is located at the Central Plains of China. It is not only a transition zone from subtropical to warm regions, but also a transition zone from east plain to west mountainous area. Hence it has a complex ecosystem with high species diversity. Through more than ten years' investigation, a total of 8637 insect, spider and mite species in Henan Province have been recognized. These species belong to 3967 genera of 551 families in 32 orders, accounting for 11.2% of the total species in China and 0.8% in the world. By using the multivariate similarity coefficient formula and the multivariate similarity clustering analysis (MSCA) proposed by the present authors, all the known species of insects, spiders and mites along with a great number of data of the distribution sites were analyzed in Henan Province. The general similarity coefficient of 11 ecotypes in the whole province was 0.184, showing an asymmetric distribution. At the similarity level 0.3, the whole province was divided into four geographic regions, which were Taihang mountainous area in the northwest and the hilly platform area in the west, the north and south slopes of Funiu Mountains, the Tongbo Mountainous area and its adjacent Dabie mountainous area, and the plain and basin region. Clustering the geographically close and topographically similar areas into different distribution regions was very natural and rational, which showed that the analysis method was scientific and the geographical unit and distribution data were applicable. It is superior to the traditional method of clustering analysis, which requires gradual combination and degradation. It should be noticed that, as an accepted boundary between the palearctic and the oriental regions, the Funiu Mountain-Huai River did not give play to the geographical division of Henan as expected. The fact that the south and north slopes of Funiu Mountain was steadily clustered into one region and both banks of Hui River was not divided into two regions showed at least that mountains with an altitude of 2000 m were unable to become distributional barriers of insects, and the narrow Huai River was unlikely to cause biological isolation. To explore the factors affecting the integral similarity, the influence of different taxonomic

基金项目: 河南省基础和前沿技术基金项目 (082300430370); 国家科技基础条件平台工作重点项目 (No. 2005DKA21402)

收稿日期: 2010-01-17; **修订日期:** 2010-05-18

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: shenxiaoc@126.com

categories and groups, different fauna elements and scales of distribution sites on the similarity clustering relationships of the whole province was analyzed. The result showed that the increase of the taxonomic categories could increase the similarity and conseal differences; the category at the genus level could effectively reveal the similarity relationships of different ecotypes, while at family level it was not appropriate in analyzing the inter-provincial geographic regions, but could adapt to larger geographic regions. Each fauna has its own distribution patterns, but all except widely spreading species can reveal the similarity clustering relationships that are not very different from the general characters. The biological group is the largest parameter influencing the similarity clustering structure. It is the key factor to open out the macrocosm law by ensuring more groups taking part in. The numbers of species and the distribution sites are not the sensitive factor under the premise that more groups can participant in. Even 10% species can fully post the general clustering characters as long as the increse or decrease of certain species with definite distribution patterns are not involved. So in the similar research, intentionally eliminating the species with definite distribution patterns is unadvisable. Distribution sites are the basic material in calculating similarity. When enough categories and number of species participate in, the slight increase or decrease in the number of distribution sites can only result in a moderate increase or decrease of comparability coefficient, usually will not result in the change of clustering structures. It can be assumed that the basic investigation of the insects fauna and their distribution on both national and provincinal scales has provided enough data to support the similarity analysis and the geographic division. When most groups participate in, it is not necessary to rigidly adhere to include all the species and all the distribution sites, not to say the undescribed species and the uninvestigated sites. The capacity to treat a large quantity of data and the convenience of MSCA method used in this study can provide sufficient technical support to the biogeographic study.

Key Words: geographical distribution; multivariate similarity clustering analysis (MSCA); insect; Henan; China

昆虫、蜘蛛、蛱蝶是和农林牧业生产、人类身体健康密切相关的一类生物,这些生物的河南区系调查工作起步于新中国成立后,20 世纪 50—80 年代,先后进行了 10 多次农业害虫、林业害虫、昆虫天敌、卫生害虫、贮藏物害虫调查,20 世纪 90 年代后期开始,又连续开展 10 多年的昆虫科学考察。截至 2008 年底,河南昆虫、蜘蛛、蛱蝶种类已由 1949 年的 100 余种增长到 8637 种,隶属于 32 目 551 科 3967 属^[1-9]。由于全省各地生态条件各异,这些生物的分布极不均匀。为了比较各地昆虫分布的差异及相互联系的紧密程度,应用作者近年提出的多元相似性系数计算公式和多元相似性聚类分析法 (Multivariate similarity clustering analysis, MSCA)^[10-11] 对全省不同生态区域进行比较,并探讨不同分类阶元、不同区系成分、不同类群、不同种类规模、不同分布地规模对相似性的高低及聚类结构的影响。

1 材料和方法

1.1 种类和分布地纪录

选用微软 Access 数据库,收集河南昆虫、蜘蛛、蛱蝶的种类和分布地的全部纪录,剔除错误记载,纠正同物异名。必要时请分类学家核订。然后录入数据库,有分布的记入“1”,无分布的不计。

1.2 区系成分判别

采用杨星科教授^[12]提出的区系判别的原则:

广布种 跨古北、东洋两界或更大范围的种类。

古北种 典型古北界范围内或全北界范围内的种类。

东洋种 典型东洋界范围内分布的种类。

东亚种 分布于中国东部、南部及朝鲜半岛、日本,向北分布不到西伯利亚等典型的古北界地区,向南分布不到越南等典型的东洋界地区。

1.3 基础地理单元的确定

根据河南省自然条件和自然资源区划研究,全省地形地势、植被、气候条件、高等动物、降水、土壤、纬度、自然区划等因素分别划分为 4—17 个小区^[13],本文综合其结果,将全省分为 11 个生态区域作为基础地理单元(图 1)。将所有昆虫、蜘蛛、蛱蝶的行政区域分布资料转换为 11 个生态区域的地理分布信息。

1.4 相似性系数计算

两两区域间的相似性系数用 Jacard^[14] 的 $SI = C/(A + B - C)$ 来计算,其中 A 、 B 分别是两个地区的种类数, C 是两个地区的共有种类数。

3 个地区或 3 个以上地区的相似性系数用申效诚等^[11] 提出的公式:

$$SI = \sum H_i / nS = (\sum S_i - \sum T_i) / nS$$

式中, SI 为要比较的 n 个地区的相似性系数; S_i 、 T_i 、 H_i 为 i 地区的种类数、独有种类数、共有种类数,满足 $S_i - T_i = H_i$; S 为 n 个地区的总种类数,这些数据都可从数据库的查询页面上直接获得。这样,相似性系数可表述为参比的各地区的共有种类的算术平均数占总种类的比例。而 Jacard 的经典公式是本公式在 n 为 2 时的一个特例。

按相似性高的原则把各生态区域的聚类关系绘出支序图。

1.5 参量变化对相似关系的影响

以全部种类的 MSCA 结果为准,在分析方法不变,基础地理单元不变的情况下,观察参量下列的变化对相似聚类关系的影响:

- (1) 属级、科级水平的 MSCA。
- (2) 各区系成分的 MSCA。
- (3) 昆虫主要类群的 MSCA。
- (4) 不同种类规模下的 MSCA。
- (5) 扣减分布地纪录对 MSCA 结果的影响。

2 结果与分析

2.1 河南昆虫、蜘蛛、蛱蝶的区系构成及区系成分

参与统计分析的河南生物类群及其区系成分如表 1。

2.2 河南昆虫、蜘蛛、蛱蝶的多元相似性聚类分析

首先计算二元相似性系数如表 2,再计算多元相似性系数,绘出聚类支序图如图 2。全省 11 个生态区域的总相似性系数为 0.184,在 0.3 的水平上,聚为 4 个分布区:A 区为 5 个平原区;B 区为太行山区和豫西台地;C 区为桐柏山地和大别山地;D 区伏牛山北坡和伏牛山南坡。

同样数据,使用传统的合并降阶聚类分析法,将会得到一个没有多少生态学意义和地理学意义的支序图,显示出新的分析方法的适用性与科学性。

2.3 属级、科级水平的相似性分析

全省昆虫、蜘蛛、蛱蝶共计 551 科 3967 属,将 11 个生态区域的属级分布资料和科级分布资料编制相似性

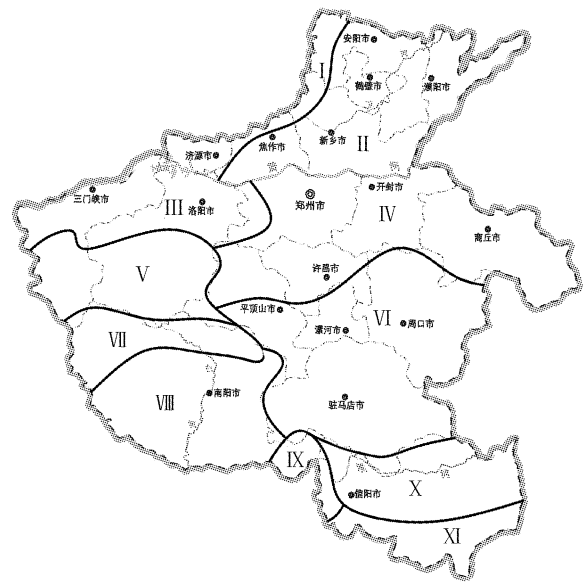


图 1 河南省昆虫分布的基础地理单元

Fig. 1 The basic deographical unit of Henan province for insect distributiong

I 太行山地; II 豫北平原; III 豫西丘陵台地; IV 豫东平原; V 伏牛山北坡; VI 淮河平原; VII 伏牛山南坡; VIII 南阳盆地; IX 桐柏山地; X 淮南平原; XI 大别山地

系数表,再依其大小计算多元相似性系数,绘出支序图(图 3、图 4)。

表 1 河南昆虫、蜘蛛、蜚蠊区系成分
Table 1 Fauna elements of insect, spider and mite in Henan

目别 Order	科数 Family	属数 Genus	种数 Species	广布 Eurytopic	古北 Palearctic	东洋 Oriental	东亚 EastAsian	不明 Other
原尾纲 Protura	4	9	13				13	
弹尾纲 Collembola	7	15	21	3	3	3	12	
双尾纲 Diplura	2	2	3				3	
石蛎目 Microcoryphia	1	2	2				1	1
衣鱼目 Zygentoma	1	1	1			1		
蜉蝣目 Ephemeroptera	6	12	17		4	1	9	3
蜻蜓目 Odonata	15	61	97	1	2	31	63	
襀翅目 Plecoptera	5	14	31		1		27	3
蜚蠊目 Blattodea	4	8	12	2	4	2	4	
等翅目 Isoptera	2	6	21				21	
螳螂目 Mantodea	4	8	18		2	7	8	1
革翅目 Dermaptera	3	5	9		2	3	4	
直翅目 Orthoptera	27	117	244	3	35	54	152	
竹节虫目 Phasmatodea	2	7	21			1	19	1
啮虫目 Psocoptera	3	3	13	3	3		7	
食毛目 Mallophaga	3	8	10	3	5		2	
虱目 Anoplura	5	5	8	6			2	
缨翅目 Thysanoptera	3	38	73	9	12	24	27	1
半翅目 Hemiptera	70	530	1020	64	199	204	487	66
广翅目 Megaloptera	2	4	12			2	9	1
蛇蛉目 Raphidioptera	2	3	3				2	1
脉翅目 Neuroptera	6	23	37	1	14	3	17	2
鞘翅目 Coleoptera	64	545	1078	69	299	227	459	24
捻翅目 Strepsiptera	1	2	2				2	
长翅目 Mecoptera	2	3	10				10	
双翅目 Diptera	53	370	917	71	220	146	425	55
蚤目 Siphonaptera	4	9	10	4	3		3	
毛翅目 Trichoptera	16	35	65		4	1	56	4
鳞翅目 Lepidoptera	67	1252	2752	104	675	660	1292	21
膜翅目 Hymenoptera	54	526	1410	55	189	167	877	122
蜘蛛目 Araneae	40	175	404	11	131	34	228	
蜚蠊目 Acarina	73	169	303	11	40	6	147	99
总计 Total	551	3967	8637	420	1847	1577	4388	405

表 2 河南各生态区域昆虫、蜘蛛、蜚蠊的共有种类数(上三角)和相似性系数(下三角)

Table 2 The shared species number (above diagonal) and similarity coefficient (below diagonal) of insects, spiders, mites fauna in every regions of Henan Province

地区 Region	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
I	1752	686	1022	766	1108	630	1034	635	832	620	1038
II	0.301	1213	779	970	635	695	645	723	593	712	656
III	0.399	0.344	1831	905	1093	684	1043	753	795	693	1001
IV	0.258	0.442	0.314	1957	727	839	755	870	648	836	812
V	0.257	0.149	0.248	0.148	3671	625	1593	630	917	597	1307
VI	0.297	0.458	0.318	0.397	0.154	1001	640	651	618	670	682
VII	0.284	0.185	0.281	0.183	0.318	0.195	2925	678	983	621	1367
VIII	0.289	0.460	0.349	0.402	0.153	0.455	0.204	1082	604	740	674
IX	0.345	0.281	0.315	0.232	0.216	0.330	0.287	0.307	1489	577	1147
X	0.284	0.458	0.316	0.385	0.145	0.484	0.185	0.530	0.294	1053	658
XI	0.295	0.195	0.276	0.206	0.253	0.219	0.314	0.210	0.365	0.206	2801

属级水平支序图显示,各生态区域聚类的顺序以及分布区的划分和种级结果是完全相同的。只是相似性水平有显著提高,整体相似性系数由 0.184 提高到 0.287,划分分布区的相似性水平由 0.300 提高到 0.450。这说明对于河南这一特定地理区域,使用属级分布资料仍可以有效地进行地理区划的分析。

科级水平的支序图显示:相似性水平进一步提高,无论山地和平原,均达到显著水平 0.500 以上,整体相似性系数为 0.492,也接近显著水平;在 0.5 的相似性水平上,可以分为山地和平原两区,在 0.6 水平上,伏牛山北坡独立一区,再往下细分,已失去生态学意义。这说明,科级水平的分布资料将适合于国家以上层面的地理区域。在省区区域里,科级分布的差异太小,以至于不能作出实质性区分。

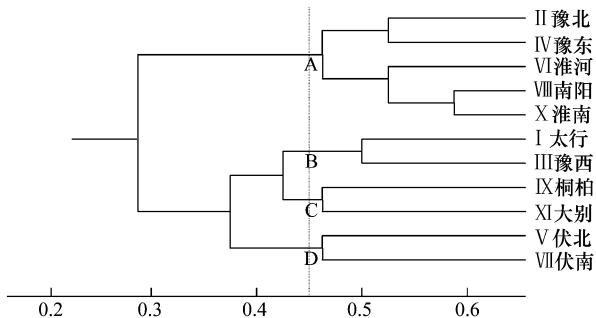


图3 河南昆虫、蜘蛛、螨类属级水平 MSCA 结果

Fig. 3 MSCA for genera of insects, spiders, mites in Henan

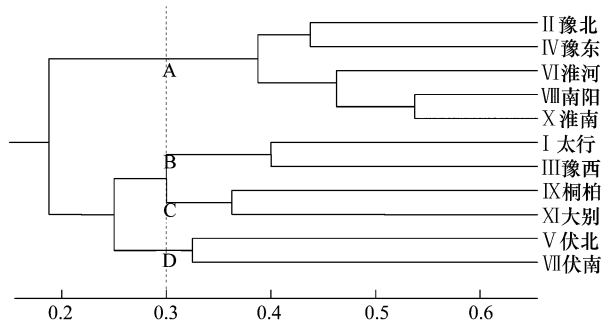


图2 河南各生态区域的 MSCA 结果

Fig. 2 Similarity clustering graph of insect fauna in every regions of Henan

On the similarity coefficient level of 0.30, all the regions can be divided into 4 distributional regions

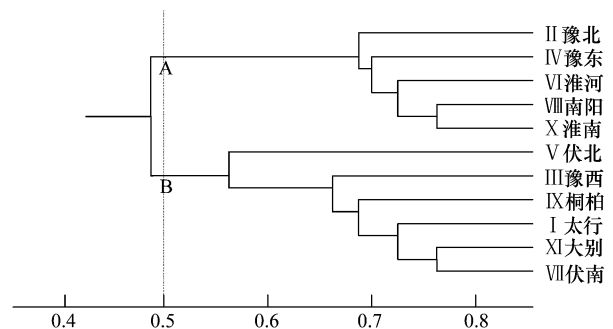


图4 河南昆虫、蜘蛛、螨类科级水平 MSCA 结果

Fig. 4 MSCA for families of insects, spiders, mites in Henan

2.4 各区系成分分布的相似性分析

全省的昆虫、蜘蛛、螨类中,东亚成分共 4388 种,广布成分 420 种,古北成分 1847 种,东洋成分 1577 种。不同区系成分有不同的分布格局。图 5—图 8 是各成分的聚类支序图。用东亚成分分析所显示的区系亲疏关系和总种类的分析基本一致,各区域聚类的顺序和范围完全相同,各类分布区的相似性系数及总相似性系数均同步降低,划分 4 个分布区的相似性水平由 0.3 降为 0.25,整体相似性系数由 0.184 下降到 0.130。

广布成分和总种类的分析结果有较大差别,5 个平原地区的聚类顺序有所变化,豫北和豫东不再聚为一组,也即显示不出纬度的影响;在 0.6 的水平上,太行山地、豫西台地分布区和桐柏山地、大别山地分布区成为一区,不符合生态学逻辑,在 0.65 水平上,虽然二者可以分开,但平原区的豫东将会独立为一区,把其他平原隔开,不符合地理学逻辑;各区、各类之间的相似性系数大幅度提高,整体相似性系数为 0.458。

古北成分和总种类分析结果相比,5 个平原地区的聚类顺序有所改变,和广布成分一样,显示不出纬度的影响;6 个山区的聚类顺序没有改变;划分分布区的数量和范围没有变化;各个层次的相似性水平稍有提高,整体相似性系数为 0.236,划分分布区的标准由 0.3 变为 0.4。

东洋成分分析结果和古北成分结果相似,平原 5 区的聚类顺序有所改变,豫北平原首先和淮南平原聚在一起,有欠合理;山地 6 区没有改变;各层次的相似性水平稍有提高,总体相似性系数为 0.222,划分分布区的标准由 0.3 变为 0.35。

通过 4 种区系成分的相似性分析,和总体分析相比,东亚成分的结果变化最小,古北成分及东洋成分的结

果变化居中,而广布成分的结果变化最大,不宜单独应用。

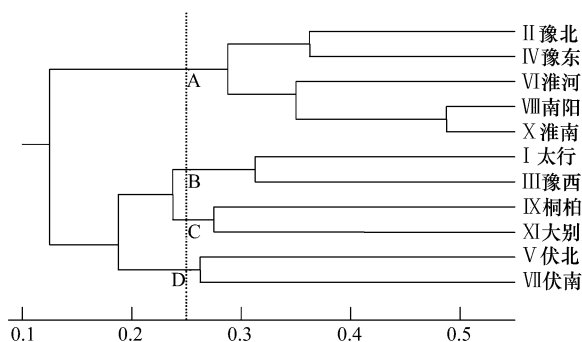


图 5 东亚成分的 MSCA 结果

Fig. 5 MSCA for East Asian element in Henan

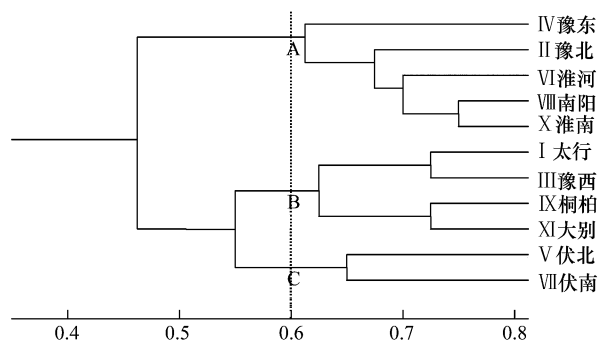


图 6 广布成分的 MSCA 结果

Fig. 6 MSCA for Eurytopic element in Henan

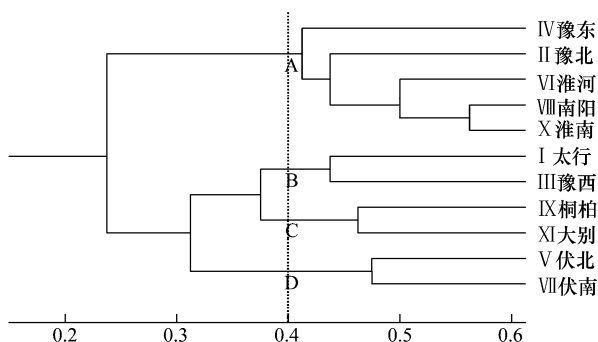


图 7 古北成分的 MSCA 结果

Fig. 7 MSCA for Palearctic element in Henan

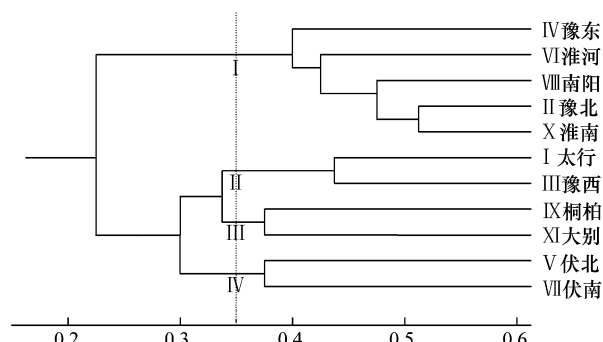


图 8 东洋成分的 MSCA 结果

Fig. 8 MSCA for Oriental element in Henan

2.5 不同种类规模的相似性分析

昆虫是一个庞大的生物王国,分析它们分布状态的相似性关系,是否必须所有种类参与才能完成?多大的种类规模能够表达出整体的性质?

2.5.1 对科 1/10 抽样

对 551 科的编号,用“* * 3”进行 1/10 的顺序抽样,共计涉及 23 目 69 科(亚科)996 种。相似性分析结果如图 9。令人惊异的是如此少的种类,其结果和全部种类的分析结果差异很小,除相似性系数有所提高外,聚类的顺序以及分布区的划分完全相同。

2.5.2 对种的 1/10 抽样

对数据库中种类的编号按“* * 5”进行顺序抽样,共得到 29 目 269 科 799 属 863 种。MSCA 结果如图 10。和全部种类的结果相比,除有些层次的相似性系数稍有升降外,分布区的划分数量和划分标准都相同,甚至连整体相似性系数只相差 0.005。

2.5.3 属名首字母为 A 的种类

为表示种类抽样的随意性,将 A 作为属名首字母进行筛选,共涉及 21 目 165 科 411 属的 1040 种,对其分布状况进行 MSCA 分析,结果为图 11。与全部种类结果相比,区别主要是没有显示出平原区纬度的差异,5 个区逐步聚在一起,在 0.325 的水平上全省仍分为 4 区。

2.5.4 种名首字母为 s 的种类

同样目的,以 s 为种名首字母作为筛选条件,共涉及 29 目 305 科 964 属的 1213 种,对其分布状况进行多元相似性分析,结果如图 12。和全部结果相比,惟有伏牛山南、北坡差异稍大,在 0.3 的水平上被各自独立为

一区,其余无明显差异。

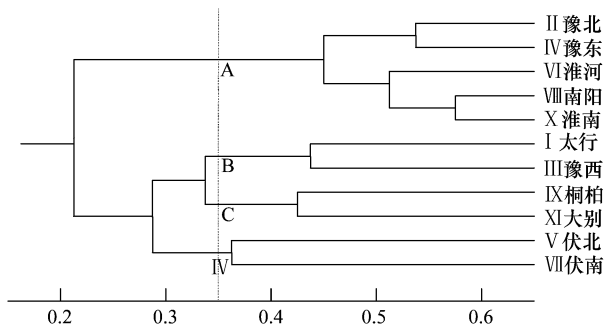


图 9 对科 1/10 抽样后的 MSCA 结果

Fig. 9 MSCA for species of taking 1/10 families

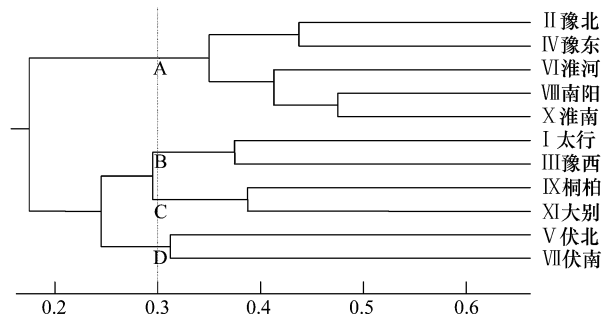


图 10 对种 1/10 抽样后的 MSCA 结果

Fig. 10 MSCA for taking 1/10 species

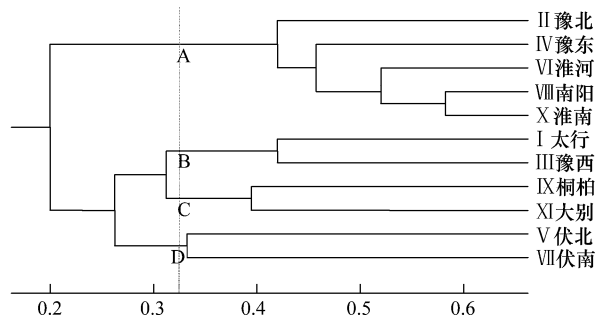


图 11 A 属种类的 MSCA 结果

Fig. 11 MSCA for the species that "A" as first letter of genus name

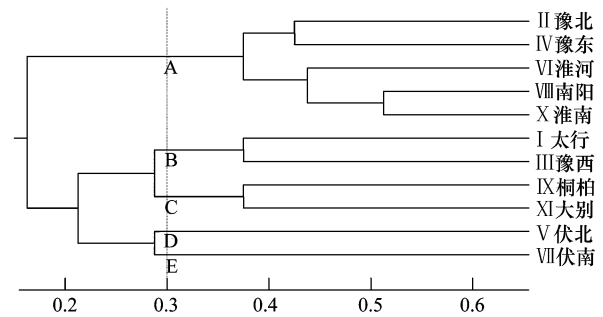


图 12 以 s 为首字母的种类的 MSCA 结果

Fig. 12 MSCA for the species that "s" as first letter of species name

2.5.5 除去全有种和独有种

在有的分析方法中,要求去掉各小区全部分布的种类和独有分布的种类,认为这些种类不起作用,其实它们的作用不可忽视。河南 8637 种昆虫、蜘蛛、螨类在 11 个生态区域中的分布,去掉全布种和独有种后,共计 24 目 391 科 1990 属 3356 种。MSCA 结果为图 13。与其它抽样结果相比,种类规模并不算小,结果却是最差,在 0.35 的水平上仅能显示出平原和山地的区别,在平原 5 区内和山地 6 区内,看不出有生态学意义的差异。远远不及 1/10 种类抽样 863 种的辨别灵敏度。

2.6 昆虫主要类群的相似性分析

和全部类群相比,各个类群都有自己的分布特征,任何一个类群都和全部类群的分析结果有着或多或少的差别,这既和类群本身的分布特点有关,又和调查深入程度的差别有关。

2.6.1 直翅目昆虫分布的相似性

直翅目昆虫共 27 科 117 属 244 种。图 14 是其 MSCA 结果,和全部种类相比,5 个平原区的聚类顺序相同;6 个山地区中,豫西台地、太行山地先后和伏牛山聚在一起;在 0.35 水平上,分为 3 个分布区。

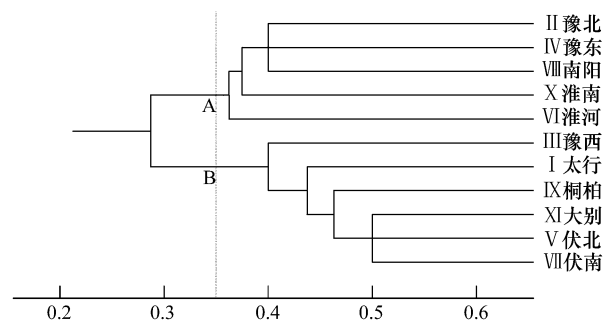


图 13 除去全有种和独有种后的 MSCA 结果

Fig. 13 MSCA for the species except that distributed all regions or one region

2.6.2 半翅目昆虫分布的相似性

半翅目昆虫共 70 科 530 属 1020 种。其分析结果和全部种类结果差别较大(图 15),在 0.35 水平上分为 5 个分布区,东部平原 4 区聚在一起还比较合理;南阳盆地和桐柏山地聚类后,又先后和豫西台地及太行山地聚为一区,有违地理学逻辑;伏牛山南、北坡以及大别山地各自独立为一区。

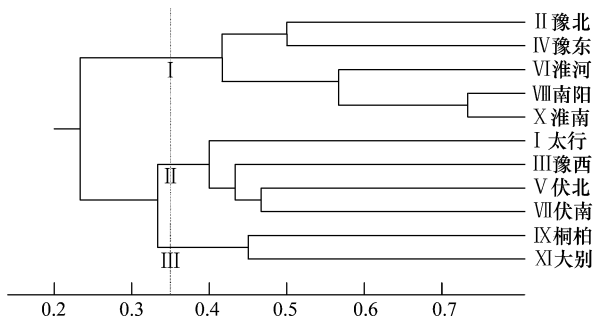


图 14 河南直翅目昆虫的 MSCA 结果
Fig. 14 MSCA for Orthoptera in Henan

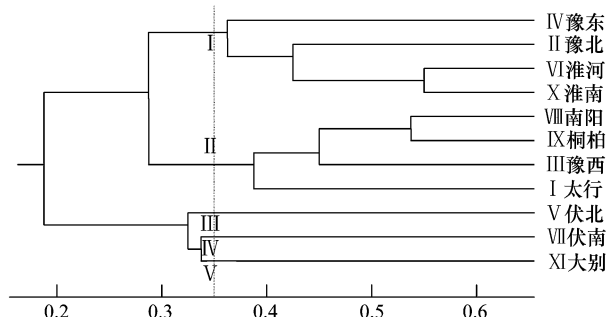


图 15 河南半翅目昆虫的 MSCA 结果
Fig. 15 MSCA for Hemiptera in Henan

2.6.3 鞘翅目昆虫分布的相似性

鞘翅目昆虫共计 64 科 545 属 1078 种。在 0.43 水平上分为 5 个分布区(图 16),黄河两岸 4 个生态区聚为一区;淮河源及其两岸 4 个生态区聚为一区;伏牛山南、北坡及大别山各自独立为一区。鞘翅目结果和全部种类结果差异较大,可能与调查不够深入有关,这个种类最多的类群,由于采集难度较大,鉴定难度也大,区系资料相对薄弱。

2.6.4 双翅目昆虫分布的相似性

双翅目昆虫共 53 科 370 属 917 种。在 0.35 的水平上分为 5 区(表 17),太行山地、豫西台地先后和北方 3 个平原区聚为一区,南方 2 个平原区聚为一区,伏牛山南、北坡由于各自都有不少独特种类,各自独立为一区。

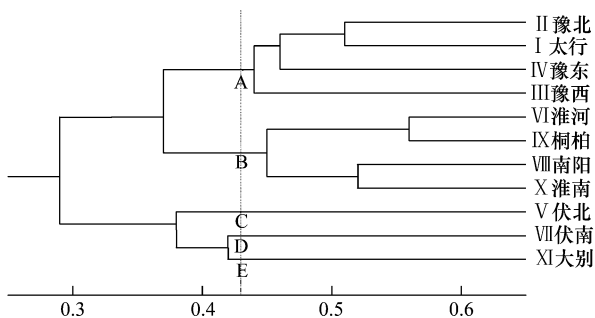


图 16 河南鞘翅目昆虫的 MSCA 结果
Fig. 16 MSCA for Coleoptera in Henan

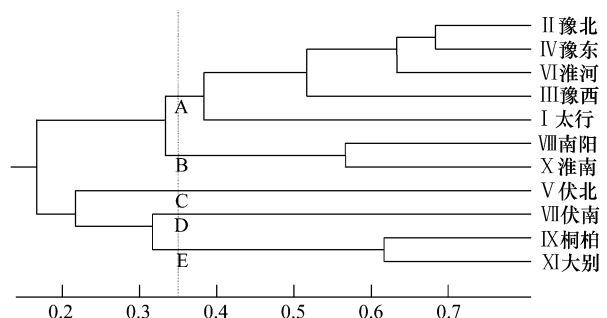


图 17 河南双翅目昆虫的 MSCA 结果
Fig. 17 MSCA for Diptera in Henan

2.6.5 鳞翅目昆虫分布的相似性

鳞翅目昆虫共 67 科 1252 属 2752 种。其 MSCA 结果比其它目都更接近全部种类的结果(图 18),主要区别在于平原 5 区被分成南、北两个区,似乎比较更为合理一些。

2.6.6 膜翅目昆虫分布的相似性

膜翅目昆虫共 54 科 526 属 1410 种。其 MSCA 结果和全部种类结果相比(图 19),主要不同一是桐柏山地种类最少,从而和平原诸区聚在一块,二是调查发现新种、新纪录较多,分布比较狭窄,整体相似性水平降低。

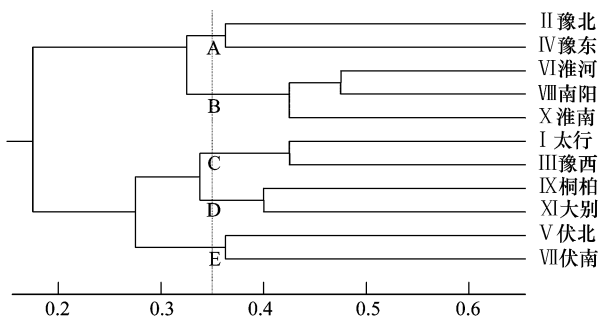


图 18 河南鳞翅目昆虫的 MSCA 结果
Fig. 18 MSCA for Lepidoptera in Henan

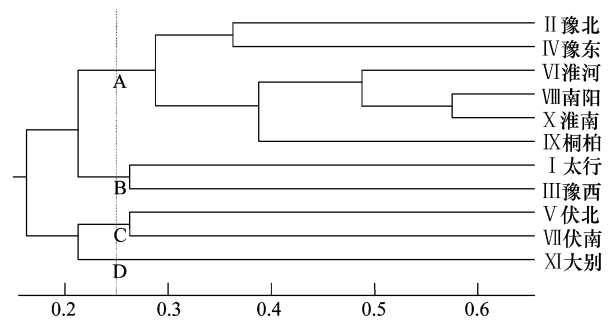


图 19 河南膜翅目昆虫的 MSCA 结果
Fig. 19 MSCA for Hymenoptera in Henan

2.7 减少分布地对相似性分析的影响

2.7.1 分布地点扣减 10%

8637 种昆虫、蜘蛛和蜚蠊在全省 11 个生态区域共有 20775 个分布地纪录,在无序排列的情况下,按顺序抽样扣减 1/10,剩余 18702 个纪录。对其进行 MSCA 的结果为图 20。和全部分布地相比,各个生态区聚类的顺序基本不变;在保持分布区划分标准 0.3 不变的情况下,伏牛山南北坡被分为两区;各个层次的相似性系数都有所降低,整体相似性系数由 0.184 降为 0.173,减少 0.011,占 5.98%。

2.7.2 分布地点再扣减 10%

同样方法,再扣减 1/10 的分布纪录,剩余 16834 个纪录,MSCA 结果如图 21。聚类顺序没有变化,相似性系数进一步降低,整体相似性系数为 0.162,再次降低 0.011;在 0.27 水平上,分布区的划分不变。

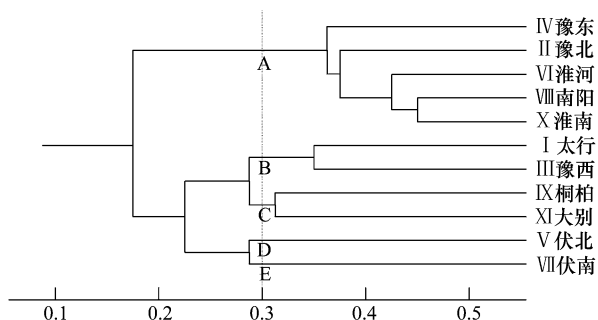


图 20 分布地扣减 1/10 后的 MSCA 结果
Fig. 20 MSCA for distribution sites that reduced 1/10

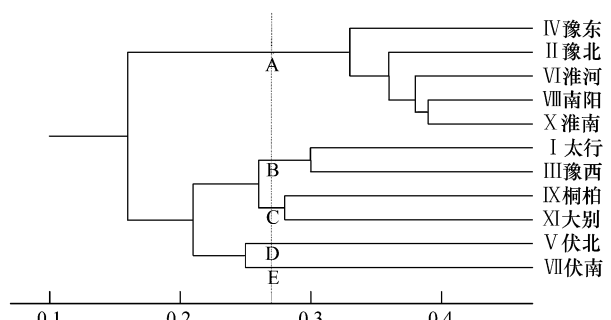


图 21 再次扣减 1/10 分布地后的 MSCA 结果
Fig. 21 MSCA for distribution sites that once more reduces 1/10

3 结论与讨论

河南地处中原,既是我国亚热带向暖温带的过渡地带,又是东部平原向西部山地的过渡地带。生态系统复杂,生物种类繁多。全省截至目前,昆虫、蜘蛛、蜚蠊的种类共 8637 种,隶属于 32 目 551 科 3967 属。

应用作者近年新提出的多元相似性系数计算公式和多元相似性聚类分析法 (MSCA) 对河南昆虫、蜘蛛、蜚蠊全部种类、全部分布地的海量数据进行了分析,全省 11 个生态区域的总相似性系数为 0.184,显示分布的不均匀性;在 0.3 的相似性水平下,全省分为 4 个分布区,西北部的太行山地和豫西丘陵台地为一区,伏牛山南、北坡为一区,桐柏山和毗邻的大别山为一区,全省平原和盆地为一区,这样的聚类结果把地理位置相近、地势地貌相似的地区分别集聚为不同的分布区是非常自然的、合理的,显示了分析方法的科学性,地理单元和分布资料的适用性。明显优于传统的,需要逐步合并降阶的聚类分析方法。另一个值得关注的是,作为几乎公认的古北、东洋在中国东部的分界线,伏牛山-淮河一线在河南昆虫地理区的划分中,没有发挥预期的作用,伏牛山南、北坡稳定地聚为一区^[15],淮河两岸也没有划分成两区,这起码说明,2000m 的山脉不足以

构成昆虫扩散交流的障碍,窄窄的淮河更难以形成生物隔离的条件。

为了探讨影响整体相似性的因素,尝试分析了不同分类阶元、不同类群、不同区系成分、不同种类规模、不同分布地规模对全省相似性的影响。结果显示,提高分类阶元,能提高相似性,掩饰差异性,属级水平还能够有效揭示各生态区域的相似关系,而科级水平已不适宜用于省级区域分析,必须更大的地理区域才能发挥作用。各区系成分都有自己的分布规律,但除广布种外,都能显示与总体特征相差不大的相似聚类关系。类群是对相似聚类结构影响最大的参量,只有保证多类群的参与,才能保证总体规律的揭示。在多类群参与的前提下,种类的多寡不是灵敏的因素,只要不涉及某种具有一定分布特征的种类增减,即使 1/10 的种类,也能充分显示总体聚类特征,因此在类似研究中,有意除去一部分带有一定分布特征的种类,是一个不足取的办法。分布地是计算相似性的基础材料,收集积累昆虫的分布地比积累种类资料更困难,更繁琐。种类的真伪,尚有分类学科作为最后诉庭,而附属于种类的分布地资料则没有这样幸运,即使是昆虫区系调查本身,也只是肯定某地有什么,并不证明无什么。因此昆虫的分布仿佛是一个没有终点的工作。那末,这是否意味着昆虫相似性分析以及地理区划工作的开展就遥遥无期,或者无可信任了呢? 分析结果显示,在有足够多的类群和相当多的种类情况下,分布地的少量增减,只会引起相似性系数适量的增减,一般不会发生聚类结构的变动。

因此可以设想,目前各省区以及全国的昆虫区系及分布的基本调查,已形成了对相似性分析及地理区划的足够的资料支持,在多类群参与的前提下,不必拘泥于“全部”的种类和“全部”的分布地,更不必苛求于那些还未发现的种类和还未调查的分布地。本研究所使用的 MSCA 法对海量资料的处理能力和便捷程度,也足以以为生物地理研究提供技术支撑^[16]。随着各省区及全国的昆虫分布基础地理单元的建立^[17-18],中国昆虫地理科学大厦的构筑,已在预期之中。

References:

- [1] Li H H, Ren Y D. Insect Fauna of Henan Lepidoptera Pyraloidea. Beijing: Science Press, 2009: 9-305.
- [2] Sheng M L, Sun S P. Insect Fauna of Henan Hymenoptera Ichneumonidae. Beijing: Science Press, 2009: 6-261.
- [3] Wang Z G, Zhang X J. The Fauna Orthopteroidea of Henan. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2007: 29-542.
- [4] Wang Z G. The Fauna Dragonflies of Henan. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2007: 16-178.
- [5] Zhu C Q, Zhu D M, Yin X M. Insect Fauna of Henan Coleoptera (1). Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1999: 19-392.
- [6] Shen X C. A Checklist of Insects from Henan. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1993: 9-278.
- [7] Shen X C, Pei H C. Insects of the Mountains Funiu and Dabie Regiond. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 1999: 9-415.
- [8] Shen X C, Zhao Y Q. Insects of the Mountains Taihang and Tongbai Regions. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2002: 11-453.
- [9] Shen X C, Lu C T. Insects of Baotianman National Nature Reserve. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2008: 7-431.
- [10] Shen X C, Sun H, Zhao H D. A discussion about the method for multivariate similarity analysis of fauna. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(2): 849-854.
- [11] Shen X C, Wang A P. A simple formula for multivariate similarity coefficient and its contribution rate in analysis of insect fauna. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2008, (7): 67-69.
- [12] Yang X K. Insect Fauna of Middle-west Qinling Range and South Mountains of Gansu Province. Beijing: Science Press, 2005: 6-9.
- [13] Shi Z M. Natural Conditions and Natural Resources in Henan. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 1983: 5-202.
- [14] Zhang Y L. The coefficient of similarity, a important parameter in studies on flora. Geographical Research, 1998, 17(4): 429-434.
- [15] Ma X J, Shen X C. The Difference of insect fauna between south slope and north slope of Funiu mountain in Henan//Shen X C, Zhang R Z, Ren Y D eds. Classification and Distribution of Insects in China. Beijing: China Agricultural Science and Technology House, 2008: 310-314.
- [16] Sun H, Ren Y D. The compare of two methods of similarity clustering analysis for spider in Henan//Shen X C, Zhang R Z, Ren Y D eds. Classification and Distribution of Insects in China. Beijing: China Agricultural Science and Technology House, 2008, 490-494.
- [17] Zhang R Z. Zoogeography of China. Beijing: Science Press, 2004: 1-14.
- [18] Xie Y, Li D M, J MacKinnon. Preliminary researches on bio-geographical division of China. Acta Ecologica Sinica, 2002, 22(10): 1599-1615.

参考文献:

- [1] 李后魂,任应党. 河南昆虫志 鳞翅目 蛱蝶总科. 北京:科学出版社,2009:9-305.

- [2] 盛茂领,孙淑萍. 河南昆虫志 膜翅目 姬蜂科. 北京:科学出版社, 2009:6-261.
- [3] 王治国,张秀江. 河南直翅类昆虫志. 郑州:河南科学技术出版社, 2007:29-542.
- [4] 王治国. 河南蜻蜓志. 郑州:河南科学技术出版社, 2007:16-178.
- [5] 祝长清,朱东明,尹新明. 河南昆虫志 鞘翅目(一). 郑州:河南科学技术出版社, 1999:19-392.
- [6] 申效诚. 河南昆虫名录. 北京:中国农业科技出版社, 1993:9-278.
- [7] 申效诚,裴海潮. 伏牛山南坡及大别山区昆虫. 北京:中国农业科技出版社, 1999:9-415.
- [8] 申效诚,赵永谦. 太行山及桐柏山区昆虫. 北京:中国农业科学技术出版社, 2002:11-453.
- [9] 申效诚,鲁传涛. 宝天曼自然保护区昆虫. 北京:中国农业科学技术出版社, 2008:7-431.
- [10] 申效诚,孙浩,赵华东. 昆虫区系多元相似性分析方法. 生态学报, 2008, 28(2):849-854.
- [11] 申效诚,王爱萍. 昆虫区系多元相似性的简便公式及其贡献率. 河南农业科学, 2008, (7):67-69.
- [12] 杨星科. 秦岭西段及甘南地区昆虫. 北京:科学出版社, 2005:6-9.
- [13] 时子明. 河南自然条件与自然资源. 郑州:河南科学技术出版社, 1983:5-202.
- [14] 张懿铨. 植物区系地理研究中重要参量——相似性系数. 1998, 14(4):429-434.
- [15] 马晓静,申效诚. 河南伏牛山南北坡昆虫区系的差异//申效诚,张润志,任应党 主编. 昆虫分类与分布. 北京:中国农业科学技术出版社, 2008:310-314.
- [16] 孙浩,任应党. 河南蜘蛛的两种相似性聚类分析方法比较//申效诚,张润志,任应党 主编. 昆虫分类与分布. 北京:中国农业科学技术出版社, 2008:490-494.
- [17] 张荣祖. 中国动物地理. 北京:科学出版社, 2004:1-14.
- [18] 解焱,李典谟,John MacKinnon. 中国生物地理区划研究. 生态学报, 2002, 22(10):1599-1615.