

中国不同地理区域鸟兽物种丰富度的相关性

胡慧建^{1 2} 蒋志刚^{1 *} 王祖望¹

1 (中国科学院动物研究所, 北京 100080)

2 (华南濒危动物研究所, 广州 510260)

摘要: 生物类群之间物种丰富度的相关性研究是当前物种多样性研究中的热点问题之一, 目前, 中国尚无相关的研究报道。我们收集了中国三种区域类型: 动物地理亚区、行政区和保护区的鸟兽名录, 分析了行政区与保护区、动物地理区和经纬度带中鸟兽物种数比值及其相关性。结果表明: 不同区域、动物地理区和经纬度带中鸟兽物种数都显著相关。保护区尺度鸟兽物种数的相关系数为 0.818 和动物地理区中的华北区为 0.768, 其他所有区域和地理区域的鸟兽物种数的相关系数都高于 0.850。因此, 鸟兽物种数的相关关系在一定程度上具有预测价值。我们发现不同区域鸟兽物种数比值无显著性差异, 但是, 不同区域间鸟兽物种数比值差异显著。该比值在中国呈中间低四周高的分布趋势, 其中东北地区最高。我们还利用历史累积调查数据与非历史累积调查数据进行了鸟兽物种数比值及其相关性分析, 发现利用累积数据计算的相关性低于非累积数据计算的相关性, 但利用累积数据计算的鸟兽物种数比值高于非累积数据计算的比值。最后, 探讨了为什么鸟类与兽类的物种数目会相关。我们根据物种-面积公式 $S = CA^z$, 导出了两个生物类群物种丰富度的相关关系式。利用全国不同区域数据拟合, 得到 $Z_1/Z_2 = 0.913$, Z_1/Z_2 接近于 1。于是, C_1/C_2 可视为近似等于 R_{am} 。本研究可推广到其他不同生物类群物种。物种数量的相关关系为快速评估区域的物种多样性提供了一条途径。

关键词: 物种多样性, 鸟类物种丰富度, 兽类物种丰富度, 动物地理, 自然保护区

中图分类号: Q958.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-0094(2001)02-0095-07

Correlation between avian and mammalian species richness in different geographic regions in China

HU Hui-Jian^{1 2}, JIANG Zhi-Gang¹, WANG Zu-Wang¹

1 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080

2 South China Institute of Endangered Animals, Guangzhou 510260

Abstract: In recent years, taxonomic correlation between species richness of different taxonomic groups has been an active issue in biodiversity studies. However, there are contradictory results. We collected species checklists from three geographic regions: zoogeographic regions, administrative regions and nature reserves in China. We analyzed both correlation and ratio of avian and mammalian species richness in these regions. We also calculated the correlation and species ratios of bird and mammals in different latitudinal and longitudinal regions. Our results showed that there were significant correlations ($p < 0.01$) between the bird and mammal species richness in each of those regions. All avian and mammalian species richness correlation coefficients were higher than 0.85 except that of nature reserves, 0.818, and that of the North China Region, 0.768. Therefore, the high correlation between avian and mammalian species richness may have predictive values. There were no significant differences ($p > 0.20$) among species ratios of birds and mammals except those of different zoogeographic regions ($p < 0.05$). The bird and mammal species ratio in China was lower in the central region but higher in the border regions with the highest value from northeast China. We also studied the difference in species richness and species ratios

基金项目: 本研究由国家重大基础研究与发展规划项目(G20000468), 中国科学院创新青年科学家小组项目 C2999082、中国科学院九五重大项目(KZ95A1-105)和国家杰出青年科学基金(39725005)和 BP 保护基金资助。

收稿日期: 2000-11-09; 修改稿收到日期: 2001-04-12

作者简介: 胡慧建, 男, 1971 年出生, 现为华南濒危动物研究所助理研究员和中国科学院动物研究所动物生态与保护生物学研究中心博士研究生, 主要研究方向为保护生物学。

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

calculated with historically accumulated species checklists and modern species checklist. The correlation coefficient calculated with accumulated species checklists was less than that calculated with the modern species checklist, but the bird and mammal species ratio was higher than that calculated with modern data. Finally, we explored why the bird and mammal species richness are correlated. According to the species-area formula, $S = CA^Z$, we deduced the correlation relationship of these taxonomic groups. When we analyzed all species richness data of bird and mammals, we found $Z_1/Z_2 = 0.913$, thus, C_1/C_2 approximates R_{am} . The study can be extended to other taxa. The species richness correlation provides us a means for rapid assessment of species diversity.

Key words: species diversity, avian species richness, mammalian species richness, zoogeography, nature reserve

近年来,生态学、进化生物学与生物地理学相互结合产生了宏生态学(Macroecology),使得大尺度上生物多样性研究向着更深更广的方向发展(周红章 2000; Currie & Paquin, 1987; Richlef & Schluter, 1993; Brown, 1995; Rosenweig, 1995; Marquet & Cofre, 1999; Gaston 2000a)。宏生态学更倾向于文献研究(Brown, 1995)。物种作为生态系统的组成单元和基本进化单元在生物多样性研究中受到广泛关注(赵士洞, 1997; 蒋志刚等, 1997; 周红章, 2000; Brown, 1995; Rosenweig, 1995; Marquet & Cofre, 1999; Gaston 2000a)。物种多样性研究在多学科的综合研究中大受裨益,人们发现了新的大尺度物种多样性模式,并对一些旧模式有了新认识(蒋志刚等, 1997; Richlef & Schluter, 1993; Brown, 1995)。

物种多样性在空间呈规律性变化,如物种多样性随纬度(张荣祖, 林永烈, 1985; Simpson, 1965; Huston, 1994)、海拔和水深(Simpson, 1965; Angel, 1993)、生态系统营养级(Rosenweig, 1995)、生境种类(MacArthur et al., 1996)的梯度不同而变化。在一个区域内,物种数与面积之间存在指数关系(Rosenweig, 1995)。此外,物种多样性组成在大空间尺度上显示出一定的规律性,如物种组成的地域性(张荣祖, 1999)、体重的偏正态分布(Arita & Figueroa, 1999)、高级分类单元与物种多样性的关系(Gaston, 2000b)等。蒋志刚和纪力强(1999)和Jiang & Hu (2000a, b)在提出 $G-F$ 指数来快速评价物种多样性时,发现各地区间鸟兽 $G-F$ 指数显著相关,表明一个地区中科属间鸟兽物种多样性组成具有一定的规律。

由于物种丰富度随纬度、海拔和水深的梯度不同而变化,人们认为不同生物类群之间物种丰富度在空间存在着正相关关系。对于这种关系的研究已成为当前生物多样性的四个重要研究领域之一

(Gaston, 2000a)。但是人们的研究结果却并不一致。一些报道表明,不同生物类群之间物种丰富度的相关关系很低而没有预测价值(Prendergast et al., 1993; Gaston, 1996; Flather et al., 1997; van Jarrs-veld et al., 1998),但同时也有关于不同生物类群之间物种丰富度高度相关的报道(张荣祖, 1999; Gaston 2000b, Jiang & Hu 2000a, b)。张荣祖(1999)发现受相同环境因子影响的类群之间物种丰富度具有强相关,如两栖类与爬行类。Gaston (1996, 2000a)认为生物类群之间物种丰富度的相关是由于这些物种受到了相同生态决定因子的影响。

为了进一步研究中国高等动物物种多样性的组成规律,我们系统收集了中国三种地理类型:动物地理亚区、行政区和保护区的物种名录,从不同空间层次对鸟兽物种丰富度的相关性进行了研究。

1 研究方法

本研究以中国境内数据为主,包括三类不同区域类型(自然保护区、行政省和动物地理亚区)的鸟兽物种名录。行政区划按1996年以前的行政区划。数据除省、自治区外,还包括部分大地理区如新疆东部、大兴安岭地区等的的数据,以已发表的动物志和考察集为主,共有32组数据。动物地理亚区鸟兽名录详见《中国动物地理》(张荣祖, 1999)。鸟兽物种分类系统及其物种名采用国家标准(GB/T 15628.1 - 1995),排除了偶见种和可疑种。

动物地理区划采用第二次修订的“中国动物地理区划”,为2界,3亚界,7区,19亚区(张荣祖, 1999)。由于地理位置特殊,华南区南海诸岛亚区没有计入。本研究分析了18个动物地理亚区。

我们从85个保护区的鸟兽物种名录中共选择了66个符合条件的保护区的鸟兽物种名录。遵循以下几条标准来决定一个保护区物种名录的取舍:

- 1) 采用公开发表的考察集或科考材料;
- 2) 不采用无专业人员参加的科考材料;
- 3) 本研究不涉及湿地类型保护区;

4) 对于那些植被曾受到大幅度破坏的保护区,如果在破坏前后都有鸟兽物种名录,一般只采用破坏前的名录,而不累加破坏前后鸟兽物种名录。不采用那些全部历史时期的累计鸟兽物种名录。

上述三种区域类型代表了三种动物组成方式,其中,行政省的物种组成为一个或多个动物地理亚区部分物种的组合,保护区的动物组成为某一动物地理亚区的子集。行政省、大地理区与地理亚区的面积基本一致,其中,地理亚区的面积为 33 600 km² (海南亚区) ~ 1 800 000 km² (西部荒漠亚区);行政省和大地理区的面积为 25 000 km² (京津地区) ~ 1 600 000 km² (新疆),保护区的面积为 20 km² ~ 20 000 km²。

我们还分析了北纬 15° ~ 50°,东经 80° ~ 130° 之间动物地理区鸟兽物种丰富度的相关性。纬度以 5° 为间隔,经度以 10° 为间隔,按行政省和保护区所在地理位置确定其所在的动物地理区和经纬度范围,跨越两个动物地理区或两个经纬度范围的省区或动物地理亚区按照其大部分面积所在的动物地理区或经纬度区间来确定。不计入那些跨越两个或两个以上动物地理区、经纬度区间的行政省或动物地理亚区。

现有资料有以下几种情况:一是只有历史累积的资料;二是只有一次调查资料;三是具有当次调查资料和历史累积资料。我们从现有资料中提取历史累积和当次调查数据,用以分析当次调查数据与累积数据对鸟兽相关关系的影响。有多个调查时期的,每一期调查作为单独记录。

采用 Kolmogorov-Smirnov 方法对数据进行分布型检验,凡符合正态分布的数据,采用 Pearson 线性相关分析来考察鸟兽物种间的相关关系,否则采用 Spearman 秩相关分析。当数据显著相关时,进行回归分析。在分析相关关系的同时,我们还计算了研究区域的鸟兽物种数比值(R_{am})。采用 One-Way ANOVA 分析了不同地区间 R_{am} 的差异;若数据间的方差齐性,则选择 LSD 方法进行比较,反之则选择 Tamhane's T2 方法进行比较(Sokal & Rohlf, 1981)。

2 结果

2.1 不同区域鸟兽物种数的相关性

Kolmogorov-Smirnov 检验表明,动物地理亚区、行政区和保护区的鸟类物种数(y)和兽类物种数(x)都符合正态分布,故用 Pearson 相关分析。结果表明:三者的鸟兽物种数量相关系数分别为 0.881、0.875 和 0.818,相关关系极显著($p < 0.01$)。回归后分别得一次线性方程(图 1 和表 1)。三者的鸟兽物种数量比值 R_{am} 无显著性差异($p > 0.20$),分别为 3.80 ± 0.83 , 3.78 ± 0.74 和 3.58 ± 0.93 ,反映了不同空间尺度上鸟兽物种组成的相似性。

2.2 动物地理区中鸟兽物种数的相关关系

按行政区和保护区所在地理位置确定各自所在动物地理区,然后计算行政区和保护区鸟兽的相关和 R_{am} 值(表 2)。结果显示:各区鸟兽物种数都极显著相关($p < 0.01$),除华北区和华中区的相关系数分别为 0.763 和 0.878 外,其他地区都高于 0.920。 R_{am} 表现出显著性差异($p < 0.05$);东北区的 R_{am} 最高,为 4.36 ± 0.58 ,除华北区外,东北区与其他任何一个地区都有显著差异($p < 0.05$);西南区的 R_{am} 最低,为 3.18 ± 0.48 ,但是西南区与华中、蒙新区间没有显著性差异($p > 0.20$)。由此看出:同一动物地理区中鸟兽物种数极显著相关,但 R_{am} 在动物地理区间有一定的变异,从动物地理区的地理位置看,中国中部地区的 R_{am} 值低而周边地区的 R_{am} 值高。

2.3 不同经纬度带中鸟兽物种数的相关关系

不同经纬度带中鸟兽物种数极显著相关,相关系数都高于 0.90(表 3 和表 4)。不同经纬度带的 R_{am} 有显著差异($p < 0.05$)。45° ~ 50° 纬度带的 R_{am} 最高,为 4.29 ± 0.59 ,与除 40° ~ 45° 外的所有其他纬度带的 R_{am} 差异显著($p < 0.05$),而 25° ~ 30° 纬度带的 R_{am} 最低,为 3.33 ± 0.89 ,但与 20° ~ 25°、30° ~ 35°、35° ~ 40° 纬度带之间的 R_{am} 值皆无显著性差异($p > 0.20$)。自 15° ~ 20° 纬度带开始, R_{am} 随着纬度升高而降低,至 25° ~ 30° 纬度带开始增加(图 2A)。120° ~ 130° 经度带 R_{am} 最高,为 4.31 ± 0.56 ,与其他所有经度带的 R_{am} 差异显著($p < 0.05$)。90° ~ 100° 经度带的 R_{am} 最低,但与 80° ~ 90°、100° ~ 110° 经度带的 R_{am} 之间没有显著差异($p > 0.20$)。 R_{am} 自 80° ~ 90° 随经度升高而降低,至 90° ~ 100° 经度带后开始升高(图 2B)。综合经纬度结果来看,中国境内的 R_{am} 周边高,中间低。

2.4 历史累积数据对鸟兽物种相关关系的影响

我们考察了历史累积数据和当时非累积数据

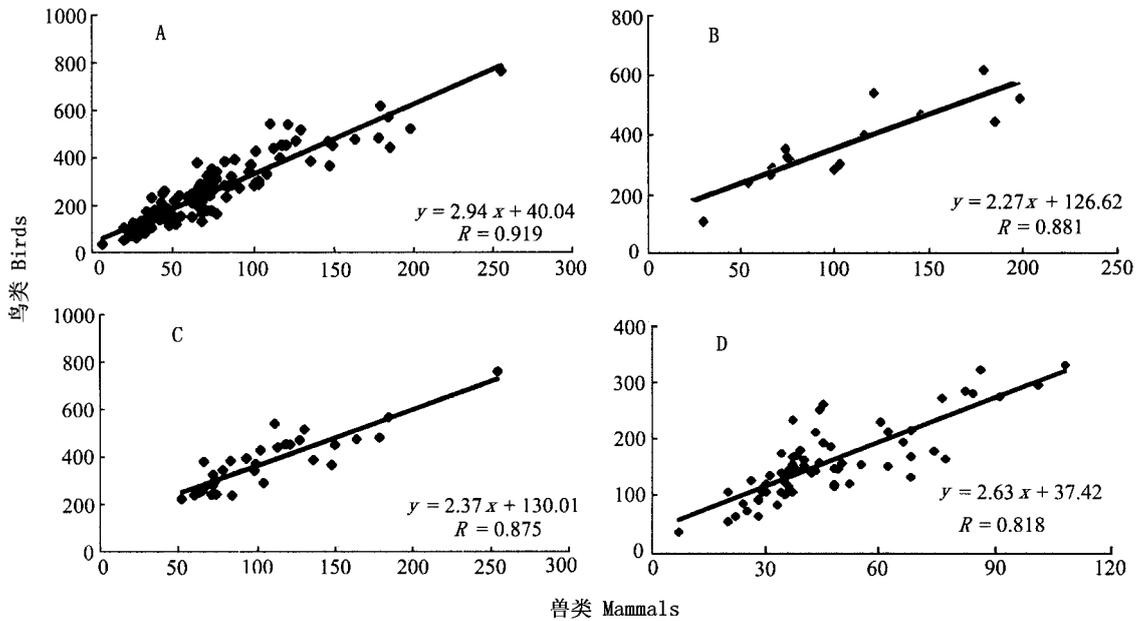


图 1 不同区域鸟类与兽类物种数的相关

A. 综合数据 ;B. 动物地理亚区 ;C. 行政区 ;D. 保护区

Fig. 1 Relationships between avian and mammalian species richness in three types of regions

A. Pooled data of the three types of regions ;B. Zoogeographic subregions ;C. Administrative regions ;D. Nature reserves.

表 1 不同区域鸟类物种数(y)对兽类物种数(x)的回归方程及 R_{am}

Table 1 Regression equations and R_{am} of avian (y) against mammalian (x) species richness of three regions

区域 Region	R_{am}			方程 Equation	R	n
	极大值 Max.	极小值 Min.	均值 ± 方差 Mean ± SD			
动物地理亚区 Zoogeographic subregion	4.78	2.41	3.80 ± 0.73 ^a	$y = 2.39x + 126.62$	0.881 ^{**}	18
行政区 Administrative region	5.85	2.50	3.78 ± 0.74 ^a	$y = 2.37x + 130.01$	0.875 ^{**}	32
保护区 Nature reserve	5.80	1.79	3.58 ± 0.93 ^a	$y = 2.63x + 37.42$	0.818 ^{**}	66
综合 All	5.85	1.79	3.64 ± 0.86 ^a	$y = 2.94x + 40.04$	0.919 ^{**}	116

注：均值 ± 方差”中不同的上标字母表示二者之间差异显著 $p = 0.05$ 。Note：In “Mean ± SD”, different superscript letters indicate difference at $p = 0.05$. ** : $p < 0.01$

表 2 不同动物地理区的鸟类物种数(y)对兽类物种数(x)的回归方程及 R_{am}

Table 2 Regression equations and R_{am} of avian (y) against mammalian (x) species richness of zoogeographic subregions

动物地理区 Zoogeographic subregion	R_{am}			方程 Equation	R	n
	极大值 Max.	极小值 Min.	均值 ± 方差 Mean ± SD			
东北 Northeast China	5.70	3.54	4.36 ± 0.58 ^a	$y = 3.68x + 37.62$	0.942 ^{**}	12
华北 North China	4.78	2.42	3.94 ± 1.04 ^{ab}	$y = 2.24x + 98.54$	0.763 ^{**}	14
蒙新 Inner Mongolia-Xinjiang	4.03	1.76	3.21 ± 0.63 ^c	$y = 2.98x + 12.85$	0.921 ^{**}	15
青藏 Qinghai-Tibet	3.80	2.80	3.56 ± 0.65 ^{cd}	$y = 3.22x + 7.37$	0.977 ^{**}	9
西南 Southwest China	3.80	2.60	3.18 ± 0.48 ^c	$y = 2.72x + 42.55$	0.967 ^{**}	7
华中 Central China	5.80	2.25	3.28 ± 0.89 ^c	$y = 2.99x + 21.47$	0.878 ^{**}	22
华南 South China	5.85	2.14	3.82 ± 0.81 ^{bd}	$y = 3.27x + 31.93$	0.921 ^{**}	35

注解同表 1。Note：The same as Table 1

表 3 不同纬度区间的鸟类物种数(y)对兽类物种数(x)的回归方程及 R_{am}

Table 3 Regression and R_{am} of avian (y) against mammalian (x) species richness in different latitudinal ranges

纬度区间(度) Latitudinal range (Degree)	R_{am}			方程 Equation	R	n
	极大值 Max.	极小值 Min.	均值 ± 方差 Mean ± SD			
15 ~ 20	5.30	2.50	3.83 ± 0.77 ^a	$y = 3.50x + 11.54$	0.900 ^{**}	14
20 ~ 25	5.85	2.14	3.68 ± 0.90 ^{ab}	$y = 3.14x + 40.50$	0.936 ^{**}	21
25 ~ 30	5.80	2.41	3.33 ± 0.87 ^b	$y = 2.66x + 53.73$	0.927 ^{**}	22
30 ~ 35	4.14	2.41	3.34 ± 0.77 ^b	$y = 2.76x + 32.13$	0.942 ^{**}	27
35 ~ 40	5.00	2.50	3.61 ± 0.84 ^{ab}	$y = 2.59x + 53.16$	0.918 ^{**}	17
40 ~ 45	4.85	1.96	3.90 ± 0.83 ^{ac}	$y = 4.57x - 34.78$	0.904 ^{**}	15
45 ~ 50	5.70	3.53	4.29 ± 0.59 ^c	$y = 3.56x + 42.06$	0.942 ^{**}	11

注解同表 1。Note : The same as Table 1

表 4 不同经度区间的鸟类物种数(y)对兽类物种数(x)的回归方程及 R_{am}

Table 4 Regression and R_{am} of avian (y) against mammalian (x) species richness of longitudinal ranges

经度区间(度) Longitudinal range (Degree)	R_{am}			方程 Equation	R	n
	极大值 Max.	极小值 Min.	均值 ± 方差 Mean ± SD			
80 ~ 90	4.40	2.90	3.59 ± 0.53 ^{ab}	$y = 3.24x + 23.38$	0.947 ^{**}	9
90 ~ 100	3.83	2.72	3.27 ± 0.43 ^a	$y = 3.06x + 19.04$	0.951 ^{**}	8
100 ~ 110	5.00	2.14	3.41 ± 0.71 ^a	$y = 2.86x + 31.44$	0.951 ^{**}	50
110 ~ 120	5.85	1.76	3.83 ± 1.00 ^b	$y = 3.81x + 1.90$	0.901 ^{**}	37
120 ~ 130	5.70	3.53	4.31 ± 0.56 ^c	$y = 3.97x + 19.02$	0.952 ^{**}	15

注解同表 1。Note : The same as Table 1

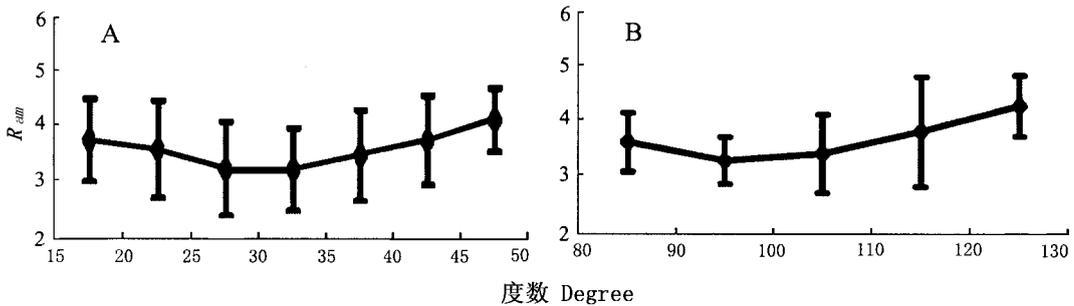


图 2 不同经纬度区间的 R_{am} 值

Fig. 2 R_{am} of different latitudinal and longitudinal ranges

A. 纬度 ; B. 经度 A. latitude ; B. longitude

表 5 累积数据与非累积数据的鸟类物种数(y)对兽类物种数(x)的回归方程及 R_{am}

Table 5 Regression equations and R_{am} of avian (y) against mammalian (x) species richness of accumulated data and non-accumulated data

数据类型 Data type	R_{am}			方程 Equation	R	n
	极大值 Max.	极小值 Min.	均值 ± 方差 Mean ± SD			
累积 Accumulated	6.95	1.83	3.97 ± 1.32 ^a	$y = 2.72x + 76.80$	0.813 ^{**}	52
非累积 Non-accumulated	5.00	2.04	3.40 ± 0.80 ^b	$y = 3.42x - 0.57$	0.898 ^{**}	40

注解同表 1。Note : The same as Table 1

对分析结果的影响,发现应用历史累积数据与非累积数据计算的结果之间有着一定差异(表 5)。根据历史累积数据和当时非累积数据计算的鸟兽物种数仍极显著相关,但非累积数据的相关性要高于历史

累积数据,分别为 0.898 和 0.813。历史累积数据与非累积数据计算的 R_{am} 差异显著,其中累积数据 R_{am} 显著高于非累积数据($p < 0.05$)。

3 讨论

3.1 鸟兽物种数的相关性

根据计算,区域鸟兽物种数之间具有显著的强相关,并且无论从空间尺度、动物区系、行政区,还是不同经纬度带数据或累积数据,鸟兽物种数之间都显著强相关。因此,鸟兽物种数的相关反映了鸟兽物种的组成规律。其中,经度和行政区鸟兽物种数之间的强相关更说明这一点。因为物种多样性在经度上没有在纬度上所具有的梯度变化(张荣祖,林永烈,1985;Simpson,1965),行政区则是一种人为的地域划分,更多反映了物种的随机组合。行政区鸟兽物种数间具有显著的强相关,说明了鸟兽物种数之间在空间中变化的一致性。

除极少数相关系数低于 0.80 外,大多数地理区鸟兽物种相关系数都高于 0.85。这说明鸟兽物种数相关具有一定的预测价值。鸟兽物种数出现如此高相关的原因可能有以下几点:

A. 数据质量。Prendergast et al.(1993),Flather et al.(1997)和张荣祖(1999)应用了网格法研究物种多样性。尽管该方法有利于物种数目与面积、物种数目与经纬度的研究,但是难以获得网格中的完整物种名录。而我们依据严格的取舍标准,利用了各地区的完整物种名录。

B. 分类单元。以往的研究中,人们曾经分析过不同分类阶元之间物种数的相关,如科与纲的相关、目与纲的相关等。而我们分析了同一分类阶元之间物种数的相关。

C. 研究对象。由于现实的原因,大多数生物类群的分类还远未完成,人类迄今只记录了全部物种的 15% 左右,但 84% 的高等植物和脊椎动物已被记录到。因此,现在还不是研究不同生物类群间物种相关关系的最佳时机。而关于鸟类和兽类的分类和区域考察研究已经基本完成,这正是我们选择鸟兽作为研究对象的原因。

我们的结果表明,全国不同空间尺度上的鸟兽物种数比值较为一致,但在不同动物地理区中鸟兽物种数比值变异较大。无论从动物地理区还是从经纬度上看, R_{am} 值在中国为四周高而中间低,尤其是中国沿海地区和东北地区的 R_{am} 值要高于内地,其中以东北地区最高,最高可达 4.36 ± 0.58 ; 而在中国中部地区则最低,最低为 3.18 ± 0.48 。这可能与

迁徙鸟类有关。中国沿海地区和东北地区处于一些鸟类的迁徙路线上,特别是东北地区鸟类中候鸟的比例要远高于其他地区(张荣祖,1999)。

3.2 历史累积数据对分析的影响

本研究中非历史累积数据反映出的鸟兽相关性要高于历史累积数据,尤其是在较小保护区。一个地区中鸟类物种构成处于变化之中(Rosenweig,1995)这种变化对地区整体物种多样性的影响与其面积、物种交流情况有关。小面积保护区中由于物种数目较少,物种数量稍有变动就会对物种的总数目产生较大影响。尤其是一个生态系统经历过破坏、再度恢复之后,其鸟类种类会完全改变,如海南岛南湾保护区(江海声,黄文忠,1998)。该保护区记录到的鸟类累积为 134 种,累积鸟类种数远远高于 50 年代、60~70 年代和 90 年代所调查到的鸟类种数(54,64,53)。如果面积较大,尽管物种数有所变化,但是这种变化对整体物种数的影响小。如人们在海南岛 1880~1930 年间记录到 286 种鸟,61 种兽;1960~1974 年间记录到 256 种鸟,68 种兽,累计 344 种鸟,77 种兽(广东省昆虫研究所动物室和中山大学生物系,1983)。显然,近代海南岛鸟兽物种变化幅度比南湾保护区小。从海南岛累积数据来看,鸟类累积种数的变化比例和绝对值都高于兽类。这正是根据历史累积数据计算的 R_{am} 值高于根据非历史累积值计算的 R_{am} 值的原因。

3.3 为什么鸟兽物种数目会相关?

Gaston(2000a)认为,不同分类类群间物种数量相关是由于物种丰富度的空间分布受到相同的决定因子的作用。根据物种-面积曲线,我们能够推导出两个生物类群物种丰富度的相关关系式。

$$S = CA^Z \tag{1}$$

式中 S 为物种数, A 为面积, C, Z 为常数。

同一地区的两个分类类群间物种数(S_1, S_2),则存在如下相关关系:

$$S_1 = (C_1/C_2^{Z_1/Z_2}) S_2^{Z_1/Z_2} \tag{2}$$

式中 S_1 和 S_2 为类群 1 和类群 2 的物种数, C_1, Z_1, C_2, Z_2 为相应的常数。

式(2)可化简为:

$$S_1 = C' S_2^{Z'} \tag{3}$$

式中, $C' = C_1 / (C_2^{Z_1/Z_2})$, $Z' = Z_1 / Z_2$

若 $Z_1 = Z_2$, 则:

$$S_1 = (C_1/C_2) S_2 \tag{4}$$

C_1/C_2 即为本研究中的 R_{am} 。

许多研究发现同一区域不同生物类群之间或同一生物类群的不同区域之间的 Z 值接近(赵志模, 郭依泉, 1990; Rosenweig, 1995)。本研究也能得出相似结果, 即鸟兽的 Z 值比接近于 1。如将全国不同空间尺度数据用式(3)拟合:

$$y = 5.06x^{0.913} (R = 0.922) \quad (5)$$

即 $Z_1/Z_2 = 0.913$

鸟兽物种数量相关关系可能可以推广到其他生物类群。不同生物类群物种之间可能也存在这种相关关系。Rosenweig(1995)所指出的湿地保护区中植物与脊椎动物之间的物种数相关性也支持了这一点, 而两栖爬行动物物种数之间的强相关性则是另一个例证。当我们进行野外考察时, 鸟兽物种数的显著性相关为我们估计物种数提供了一条途径。当我们仅知道兽类物种数或鸟类物种数时, 可以根据兽类物种数的相关方程, 预测鸟类物种数或兽类物种数。利用物种数量的相关关系可以快速评估区域的物种多样性。

参考文献

- 广东省昆虫研究所, 中山大学生物系, 1983. 海南岛的鸟兽. 北京: 科学出版社
- 江海声, 黄文忠, 1998. 海南省南湾自然保护区及其周边生物多样性. 广州: 广东省科技出版社, 80~90
- 蒋志刚, 马克平, 韩兴国, 1997. 保护生物学. 杭州: 浙江教育出版社
- 蒋志刚, 纪力强, 1999. 鸟兽物种多样性测度的 $G-F$ 指数方法. 生物多样性, 7(3): 220~225
- 张荣祖, 林永烈, 1985. 中国及其邻近地区兽类分布的趋势. 兽类学报, 7(4): 291~295
- 张荣祖, 1999. 中国动物地理. 北京: 科学出版社
- 赵士洞, 1997. 生物多样性科学的内涵及基本问题——介绍“DIVERSITAS”的实施计划. 生物多样性, 5(1): 1~4
- 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, 129~133
- 周红章, 2000. 物种与物种多样性. 生物多样性, 8(2): 215~226
- Angel M V, 1993. Biodiversity of the pelagic ocean. *Conservation Biology*, 7(4): 760~769
- Arita H T and Figueroa F, 1999. Geographic patterns of body-mass diversity in Mexican mammals. *Oikos*, 85: 310~319
- Brown J H, 1995. Macroecology. Chicago: University of Chicago

- Press
- Currie D J and Paquin V, 1987. Large scale biogeographical patterns of species richness of trends in evolution and ecology. *Nature*, 329: 326~327
- Flather C H, Wilson K R and Dean D J, 1997. Identifying gaps in conservation networks: of indicators and uncertainty in geographic-based analyses. *Ecological Application*, 7: 531~542
- Gaston K J, 1996. Biodiversity - congruence. *Progress in Physical Geography*, 20(1): 105~112
- Gaston K J, 2000a. Global patterns in biodiversity. *Nature*, 405: 220~227
- Gaston K J, 2000b. Higher taxon richness. *Progress in Physical Geography*, 24(1): 117~127
- van Jarrsveld A S, Stefanie F, Steven L C, Caron M, Stephanie K, Heath H, Chuck B, Martin K, Sebastian E-Y, Mervyn W M and Clarke H S. 1998. Biodiversity assessment and coservation strategies. *Science*, 279: 2106~2108
- Jiang Z and Hu H, 2000a. Relationship between avian and mammalian diversity: implication for rapid biodiversity assessment. In: Vol. 3 *Diversity of the Fauna of North Eurasia. The Proceeding of Biodiversity and Dynamics of Ecosystems in the North Eurasia*, Novosibirsk, Russia, Aug., 2000: 21~25
- Jiang Z and Hu H, 2000b. Property of $G-F$ index for measuring biodiversity at genus and family levels. In: *Proceedings to 3rd Sino-Russian Symposium on Animal Biodiversity and Regional Development*, 2000. 23~24
- Huston M A, 1994. Biological Diversity, the Coexistence of Species on Changing Landscapes. Cambridge: Cambridge University Press
- MacArthur R H, Recher H F and Cody M L, 1996. On the relation between habitat selection and species diversity. *American Naturalist*, 100: 319~332
- Marquet P A and Cofre H, 1999. Large temporal and spatial scales in the structure of mammalian assemblages in South American: a macroecological approach. *Oikos*, 85: 299~309
- Prendergast J R, Quinn R M and Lawton J H, 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature*, 365: 335~337
- Richlef R E and Schluter R, 1993. Species Diversity in Ecology Communities. Chicago: University of Chicago Press, 1~20
- Rosenweig M L, 1995. Species Diveristy in Space and Time. Chicago: University of Chicago Press, 1~73
- Simpson G G, 1965. Species density of recent North American mammals. *Systematic Zoology*, 13: 57~73
- Sokal R R and Rohlf F J, 1981. Biometry. New York: W. H. Freeman and Company.