

贵州龙天洞和郑家大洞内软体动物、节肢动物和脊索动物群落的比较研究

黎道洪 罗 蓉 宋锡章

(贵州师范大学生物科学技术系, 贵阳 550001)

摘 要 对龙天洞和郑家大洞内的软体动物、节肢动物和脊索动物进行了观察和采集, 两洞共获标本 847 个, 隶属 3 门 6 纲 15 目 28 种。并对两洞的动物群落进行了研究, 结果多样性指数最高的是群落 A (2.2308), 而最低是群落 F (0.9404); 相似性指数最高是群落 E—F (0.6363), 而最低是群落 D—F (0.1552)。此外, 还对两洞的动物季节数量动态和空间分布进行了分析。

关键词 动物群落 龙天洞 郑家大洞 贵州省

贵州喀斯特洞穴多, 规模大且类型复杂, 这为本课题的研究提供了有利条件。关于洞穴动物的研究国内外已有不少报道, 如陈樟福(1981, 1990, 1994)、张贞华等(1991)、张崇洲(1993)、Glennie E. A. (1965)、Jeferson G. T. (1976) 和 Hoffman R. L. (1977) 等, 但未见贵州喀斯特洞穴动物的研究报道。我们对贵州龙天洞和郑家大洞的软体动物、节肢动物和脊索动物进行了调查研究, 现将研究内容和结果报道如下。

1 环境概况

龙天洞位于贵州安顺县蔡关镇猴家庄, 洞外地貌为峰丘盆地, 该洞开口于一弧峰腰际, 前洞口朝向北东 300° , 标高 1425m。洞口高 4.3m, 宽 5.5m。后洞口开口于西南方向, 除洞口较大外其基本情况与前洞口大体相似。洞穴全长 271.75m, 洞穴分支较多。后洞口附近有消水洞并与暗河相接。洞穴中段有天窗, 长约 9m, 高约 20m。洞内化学沉积物有石钟乳、石柱和石花等, 碎屑堆积物中以崩塌的岩块、石钟乳居多, 有少量粘土。

郑家大洞位于安顺东郊郑家屯后山上, 洞外地貌为峰丛谷地—峰林盆地。洞口朝向南西 220° , 洞口标高 1315m, 宽 13.1m, 高 20m, 洞口前斜坡上有柏树和其它乔木。洞穴总长 166.1m。

第一作者简介: 黎道洪, 男, 1952 年生, 副教授, 1975 年毕业于贵阳师院生物系。通讯地址: 贵阳市外环东路 270 号。

收稿日期: 1998—11—20

该洞由主洞和支洞构成,呈“r”形由南向北东延伸。主洞长 87.6m,支洞长 78.5m。主洞较直而支洞多具串珠状厅室。洞内化学沉积形态有石钟乳、石笋和石盾等。地面潮湿,多处有滴水。

2 工作方法

1996年7月、1997年1月和1998年5月对龙天洞和郑家大洞内的软体动物、节肢动物和脊索动物共调查了3次。其中1996年7月和1998年5月为夏季,在此期间调查的动物类群或种类的平均数作为夏季的统计数;1997年1月的调查为冬季。用上海产的JD-3型数字式照度计测量洞穴内不同洞段的光照度。测量方法是將光接受器平放在洞底地平面上,左、中、右各测1次,然后求出3次的平均数。根据各洞段接受光照度的不同而将整个洞穴划分为3个光带,即有光带、弱光带和黑暗带。有光带即为洞口段,光照度在10个LX以上,是太阳光能直接照射到的区域,也叫直射光带。弱光带的光照度在0.1~10个LX之间,此带是通过射入洞内入射光反射后所照射到的区域,也叫反射光带。黑暗带的光照度在0.1个LX以下。每带随机取3个样点进行调查,即地面 25m^2 ($5\text{m} \times 5\text{m}$),洞壁和洞顶各取 25m^2 。由于黑暗带的洞段较长,故每隔100m取样1次,然后求出黑暗带所获各类标本多次取样调查的平均数。在洞顶主要调查翼手类。具体做法是先划定面积统计数量,然后用枪击带回室内鉴定种类。凡在调查点内肉眼看到的前述3类动物均采集装瓶,同类群或同种的只采2~3号,而其余的则计数,然后用75%的酒精浸泡带回室内镜检。在调查的同时,对各带的海拔高度、温度及湿度等方面作详细记录。由于资料缺乏,部分动物只能鉴定到属或科。

3 结果和分析

对两洞的调查共获标本(含统计数,未鉴定到类群的除外,两次夏季采集计平均数)847个,隶属3门6纲15目28科。其中龙天洞的313个,隶属3门7纲13目20科;郑家大洞534个,隶属3门6纲11目20科(表1和表2)。

从表1看出,龙天洞中的优势类群为节肢动物中的斑灶马(*Diestrammena marmorata*)、软体动物中的柑卷轴螺(*Tortaxis mandarinus*)和脊索动物中的大蹄蝠(*Hipposideros armiger*),分别占该洞总捕数的24.92%、13.42%和13.09%。

从表2看出,郑家大洞中的优势类群为节肢动物中的马陆(*Spilobolus*)、斑灶马及软体动物中的柑卷轴螺,分别占该带总捕数的25.09%、23.04%和17.42%。

3.1 群落组成

根据龙天洞和郑家大洞的不同光带中软体动物、节肢动物和脊索动物类群和数量组成不同,可将其划分为6个动物群落。

A. 柑卷轴螺+山蛰虫群落 分布在龙天洞的有光带,优势类群为柑卷轴螺和山蛰虫(*Orthomorpha*),分别占该带总捕获数的32.77%和21.85%,其次是斑灶马(12.61%)。

B. 斑灶马+涂闪夜蛾群落 分布在龙天洞的弱光带,优势类群为斑灶马和涂闪夜蛾(*Sypna picta*),分别占该带总捕数的44.64%和10.08%。

表 1 龙天洞内软体动物、节肢动物和脊索动物的类群组成和数量

Tab.1 The category components and the numbers of Mollusca, Arthropoda and Chordata in Longtian cave

门	纲	目	科	属或种	有光带	弱光带	黑暗带	百分比 (%)
软体动物门	腹足纲	柄眼目	钻头螺科 (Subulinidae)	柑卷轴螺 (<i>Tortaxis mandarinus</i>)	39	3		13.42
节肢动物门	甲壳纲	等足目	潮虫科 (Oniscidae)	粗糙鼠妇 (<i>Pocellio scaber</i>)	9			2.86
	蛛形纲	盲蛛目	长踦科 (Phalangiidae)		3		1	1.28
			球蛛科 (Theridiidae)	温室希蛛 (<i>Achaearanea tepidariorum</i>)		2	4	1.92
		蜘蛛目	管巢蛛科 (Clubionidae)	棕管巢蛛 (<i>Clubiona japonicola</i>)	2	1	2	1.60
			跳蛛科 (Salticidae)	条纹蝇虎 (<i>Plexippus setipes</i>)	2		2	1.28
	多毛纲	蜈蚣目	石蜈蚣科 (Lithobiidae)	粗背石蜈蚣 (<i>Bothropolys asperatus</i>)	2			0.64
			山蛭蛎科 (Strongylosomidae)	山蛭虫 (<i>Orthomorpha</i> sp.)	26			8.31
			马陆科 (Julidae)	马陆 (<i>Spilobolus</i> sp.)	2	6	10	5.75
	昆虫纲	蜚蠊目	蜚蠊科 (Corydiidae)	中华真地鳖 (<i>Eupolyphaga sinensis</i>)		4	17	6.71
		直翅目	蟋蟀科 (Cryllacridae)	斑灶马 (<i>Diestrammena marmorata</i>)	15	25	38	24.92
			步甲科 (Carabidae)	步甲 (<i>Onycholabis</i> sp.)	2			0.64
		鞘翅目	水龟虫科 (Hydrophilidae)	水龟虫 (<i>Hydrophilus acuminatus</i>)	3	3		1.92
			夜蛾科 (Noctuidae)	涂闪夜蛾 (<i>Sypna picta</i>)	4	12	7	7.35
		鳞翅目	灯蛾科 (Arctiidae)	红绿灯蛾 (<i>Amsacta lactinea</i>)	2			0.64
		双翅目	蚊科 (Culicidae)		7			2.24
脊索动物门	两栖纲	无尾目	树蛙科 (Rhacophoridae)	斑腿树蛙 (<i>Rhacophorus leucomyslax</i>)	1			0.32
	哺乳纲	翼手目	蝙蝠科 (Wespertilionidae)	南蝠 (<i>Ia io</i>)			3	0.96
			蹄蝠科 (Hipposideridae)	大蹄蝠 (<i>Hipposideros armiger</i>)			41	13.09
			菊头蝠科 (Rhinolophidae)	贵州菊头蝠 (<i>Rhinolophus rex</i>)			13	4.15
合计	7	13	20		119	56	138	100

注:表内的统计数为两次夏季调查的平均数和冬季调查数的总计。

表 2 郑家大洞内软体动物、节肢动物和脊索动物的类群组成和数量

Tab. 2 The category components and the numbers of Mollusca, Arthropoda and Chordata in Zhengjia big cave

门	纲	目	科	属或种	有光带	弱光带	黑暗带	百分比 (%)
软体动物门	腹足纲	柄眼目	烟管螺科 (Clausiliidae)	真管螺 (<i>Euphaedusa</i> sp.)	25			4.68
			钻头螺科 (Subulinidae)	柑卷轴螺 (<i>Tortaxis mandarinus</i>)	93			17.42
			巴蜗牛科 (Bradybaenidae)	低旋巴蜗牛 (<i>Bradybaena breuispira</i>)	11			2.06
节肢动物门	甲壳纲	等足目	潮虫科 (Oniscidae)	粗糙鼠妇 (<i>Pocellio scaber</i>)	4			0.75
	蛛形纲	蜘蛛目	弱蛛科 (Leptonetidae)	弱蛛 (<i>Leptoneta</i> sp.)			2	0.37
			球蛛科 (Theridiidae)	温室希蛛 (<i>Achaearanea tepidariorum</i>)			4	0.75
			跳蛛科 (Salticidae)	条纹蝇虎 (<i>Plexippus setipes</i>)		1		0.19
	多毛纲	倍足目	山蛩科 (Strongylosomidae)	山蛩虫 (<i>Orthomorpha</i> sp.)	8			1.50
			马陆科 (Jalidae)	马陆 (<i>Spilobolus</i> sp.)	16	45	73	25.09
	昆虫纲	直翅目	蟋蟀科 (Cryllacridae)	斑灶马 (<i>Diestrammena marmorata</i>)	17	50	56	23.04
			蝗科 (Acrididae)		2			0.37
		鞘翅目	步甲科 (Carabidae)	步甲 (<i>Onycholabis</i> sp.)	1			0.19
		鳞翅目	夜蛾科 (Noctuidae)	涂闪夜蛾 (<i>Sypna picta</i>)	4	12	1	4.87
			灯蛾科 (Arctiidae)	红绿灯蛾 (<i>Amsacta lactinea</i>)	3	1		0.75
		双翅目	大蚊科 (Tipulidae)	大蚊 (<i>Tipla</i> sp.)	14	16		5.62
			蚊科 (Culicidae)		20	15		6.55
			花蝇科 (Anthomyiidae)			2		0.37
		膜翅目	蚊科 (Formicidae)		19			3.56
脊索动物门	哺乳纲	翼手目	菊头蝠科 (Rhinolophidae)	贵州菊头蝠 (<i>Rhinolophus rex</i>)	1		5	1.12
		啮齿目	鼠科 (Muridae)	社鼠 (<i>Niviventer confucianus</i>)	1			0.19
				大足鼠 (<i>Rattus nitidus</i>)	2		1	0.56
合计	6	11	20		241	151	142	100

注:表内的统计数为两次夏季调查的平均数和冬季调查数的总计。

C. 大蹄蝠+斑灶马群落 分布在龙天洞的黑暗带,优势类群为大蹄蝠和斑灶马,分别占该带总捕数的 29.71%和 27.54%。

D. 柑卷轴螺+直管螺群落 分布在郑家大洞的有光带,优势类群为柑卷轴螺和真管螺(*Euphaedusa*),分别占该带总捕数的 38.59%和 20.37%。此外,蚊科和蚁科的种类也占有一定数量。

E. 斑灶马+马陆群落 分布在郑家大洞的弱光带,优势类群为斑灶马和马陆,分别占该带总捕数的 33.11%和 29.80%。

F. 马陆+斑灶马群落 分布在郑家大洞的黑暗带,马陆和斑灶马为绝对优势类群,分别占该带总捕数的 51.41%和 39.44%。

3.2 群落的多样性、优势度和相似性

我们采用 Shannon—Weiner index 公式 $H' = - \sum_{i=1}^S (P_i) (\log_e P_i)$, $J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$ 计算群落的多样性。式中 H' 为多样性指数, S 为组成群落的物种或类群数, P_i 为第 i 种的个体比, J' 为均匀性指数, $H'_{\max}$ 为最大多样性指数。以 Simpson 优势度指数公式 $C = \sum (n_i/N)^2$ 计算群落的优势度, n_i 为第 i 种或类群的个体数。按照 Whittaker 的相似性指数公式 $I = 1 - 0.5(\sum_i^S |a_i - b_i|)$, 式中 I 为两群落的相似性指数, S 为 a 、 b 群落中相对应的种数或类群数, a_i 和 b_i 为物种或类群 i 的个体数分别在 a 和 b 群落中的比例。上述几种指标的计算结果列于表 3 和表 4。

表 3 不同群落的多样性、均匀性和优势度指数

Tab. 3 Diversity, evenness and dominance indexes of different communities

群落	S	H'	$H'_{\max}$	J'	C
A	15	2.2308	2.7081	0.8238	0.1904
B	8	1.6226	2.0794	0.7803	0.2692
C	11	1.8819	2.3979	0.7848	0.1947
D	17	2.1332	2.8332	0.7529	0.1896
E	8	1.5917	2.0794	0.7655	0.2456
F	7	0.9404	1.9459	0.4833	0.6718

从表 3 看出,群落 A(2.2308)和群落 D(2.1332)的多样性指数均较高,群落 A 和 B 分别分布在龙天洞和郑家大洞的有光带。因射入有光带内的光线较多,在有光带还生长有一定的植物种类,如菊科植物、禾本科植物、蕨类、苔藓、地衣及藻类植物等,从而为一些迁入洞内的动物提供了隐蔽场所,还为一些杂食性动物提供了食源。一些啮齿类如大足鼠(*Rattus nitidus*)和社鼠(*Niviventer confucianus*)等从洞外迁到有光带和弱光带活动,以洞穴作为隐蔽所或是繁殖地。随着这些鼠类的迁入,它们带入了食物残渣和排泄的粪便及个别鼠尸等给部分洞穴动物提供了食源。如 1996 年 7 月在郑家大洞有光带的一堆鼠粪旁曾捕获到 11 条马陆;在弱光带的 1 只鼠尸旁捕获到 23 条马陆。多样性指数最低是群落 F(0.9404)。群 F 分布在郑家大洞的黑暗带,该洞为盲洞,随气流带入的花粉或孢子等食物相对较少,该带物种较少可能与食物贫乏有关。但该群落的优势度指数最高(0.6718),优势类群为常年生活在洞穴内的马陆和斑灶马。群

落 C 同样是分布在龙天洞的黑暗带,但多样性指数(1.8819)比群落 F 高得多,其因可能与该洞黑暗带中生活有较多的翼手类有关,如大蹄蝠、贵州菊头蝠(*Rhinolophus rex*)和南蝠(*Ia io*)。这些翼手类带入的食物残渣和排泄的粪便为其它的一些洞穴动物提供了一定食源。

表 4 中数据表明,同一洞穴相邻群落的相似性指数一般都较高,特别是弱光带和黑暗带的群落,如群落 E—F(0.6363)和群落 D—C(0.5134);分布在不同洞穴但都是相同光带的群落间的相似性指数也较高,如群落 A—D(0.5662)和 B—E(0.5774)。分布在不同洞穴的不同光带中的群落或同一洞穴相隔较远的群落间的相似性指数一般都较低,如群落 C—D(0.1578)和群落 D—F(0.1552)。产生上述结果的原因是不同洞穴的相同光带和同一洞穴的相邻光带的环境因子较为相似,不同洞穴中不同光带和同一洞穴中相隔较远光带的环境因子差异较大。环境因子有多方面,但是光照度、食物来源和通风情况等可能是影响群落间相似性程度的主要因子。

表 4 群落间的相似性指数

Tab. 4 Similarity indexes between every two communities

群落	A	B	C	D	E
B	0.2721				
C	0.1854	0.5134			
D	0.5662	0.2072	0.1578		
E	0.2504	0.5774	0.4053	0.2915	
F	0.1626	0.5368	0.4254	0.1552	0.6363

3.3 各群落的季节动态

调查结果表明,随着季节的变化,各群落的类群和数量在不同季节有明显差异(图 1~2)。

图 1~2 显示,从总体看,龙天洞和郑家大洞(除黑暗带外)内软体动物、节肢动物和脊索动物的类群和数量在夏季比较多,到了冬季则呈下降趋势,特别是在有光带下降很明显。引起下降的因素是多方面的,有温度和食物因子等。到冬季,洞内温度下降,且两洞穴及同一洞穴不同洞段的冬季气温其下降的幅度有较大差异,故食物来源相应减少。

从龙天洞的调查情况看,到了冬季,动物类群和数量总体比郑家大洞下降明显,其因是龙天洞为穿洞,前后洞口都开口于山腰,洞口周围无乔木树,故避风条件差,温度极不稳定,1996 年 7 月和 1997 年 1 月两次调查时分别对有光带、弱光带及黑暗带的温度进行测定,其温差分别为 15.5℃、13.5℃和 8.8℃。因此,到了冬季由于温度急剧下降,导致洞穴内各动物群落的类群和数量下降,特别是数量下降极为明显。

郑家大洞的环境显然与龙天洞不同,该洞为盲洞,开口较大,但洞口前有高大的柏树等乔木,故避风条件较龙天洞好。特别是弱光带和黑暗带,由于是盲洞,夏季和冬季的温度变化幅度较龙天洞小,1996 年 7 月和 1997 年 1 月两次调查时对各带温度进行测定,有光带温差为 11.2℃,弱光带为 7.5℃,黑暗带仅为 1.8℃。所以,到了冬季除有光带的动物类群和数量下降明显外,在弱光带、黑暗带均无明显变化(图 2)。

3.4 洞穴动物的空间分布

洞穴中的动物类群都各自占有一定的空间位置,如主要生活在地面上的动物有多毛纲的

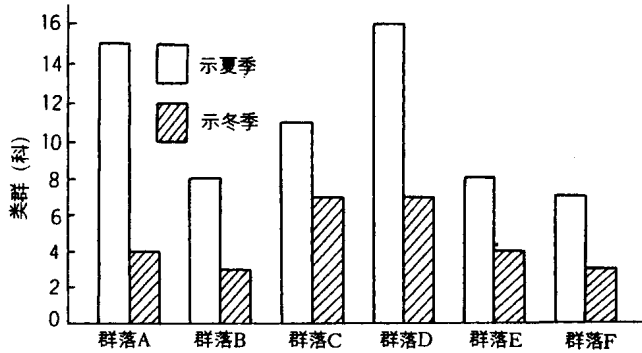


图 1 在夏季和冬季中各群落的类群(科)比较

Fig. 1 The comparison of categories (Families) of every community in the summer and the winter

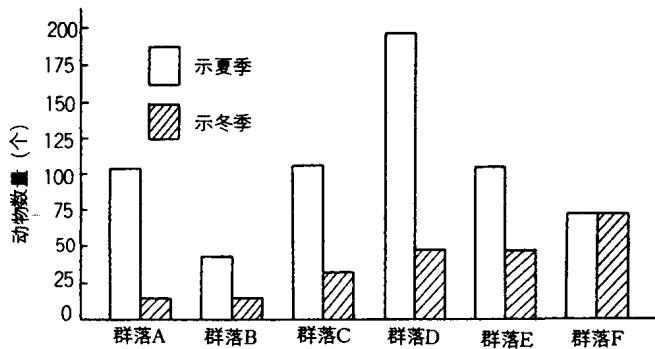


图 2 在夏季和冬季中各群落的数量比较

Fig. 2 The comparison of numbers of every community in the summer and the winter

马陆、粗背石蜈蚣(*Bothropolys asperatus*)和山蛭虫等,甲壳纲的粗糙鼠妇(*Pocellio scaber*)和昆虫纲的中华真地鳖等。主要生活在洞壁上的有昆虫纲的步甲(*Onycholabis*)、斑灶马、蛾类和蚊类,蛛形纲的弱蛛(*Leptoneta*)等。生活在洞顶的主要有各种翼手类。此外,各动物类群的分布型式也有差异,但主要以随机分布型为主,如各种螺类、蜘蛛类、蛾类及蚊类等。成群分布的有大蹄蝠和贵州菊头蝠等。其分布型式因季节和食物的变化而有变化,如大蹄蝠在夏季多成群倒挂分布于洞顶,到了冬季,留在洞内越冬的个体则是单个平卧在避风的岩缝石壁上。马陆在有粪堆和动物死尸的地方则为典型的成群分布,而这种成群分布多与食源有密切关系。总的来讲洞穴动物的空间分布在不同的类群有差异,而同一类群因季节和食物等因素的影响也有一定差异。

4 小 结

一般情况下洞穴动物群落的多样性分布在有光带的最大,在弱光带的次之,在黑暗带的较小。总体看各群落间的相似性指数都较低。洞穴动物的生活方式较复杂,有的类群是长期居住在洞穴内,如斑灶马、马陆和弱蛛等;有的种类则是暂居性的,如啮齿类中的大足鼠和社鼠等;有的类群(如螺类)主要生活在有光带,生活在弱光带的极少,在黑暗带中未发现;有的类群则

是季节性的生活在洞穴内(温度极不稳定的洞穴),如翼手类;有的类群在三个光带中都有分布,但从有光带到黑暗带其数量是逐渐增加,如斑灶马和马陆等。一些类群由于长期居住在洞穴内则出现了一些适应性特征,如一些盲蛛靠很长的附肢附着在洞壁上;生活在洞穴深处的一些马陆科的种类和一些蜘蛛其体色变成白色而透明。

一些洞穴动物长期居住在洞穴内,出现了许多适应性特征,这给研究动物的演化提供了一个天然实验室,所以,要保护好洞穴动物资源,必须保护好洞穴的自然环境,尤其是要防止人为的破坏以及废物对洞穴环境的污染。

致 谢 承杨明德教授审阅初稿并提出宝贵意见,贵州农学院龚才、茂兰自然保护区冉景丞和贵州师范大学生物科学技术系罗泰昌鉴定部分标本,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 冉景丞等. 茂兰喀斯特洞穴群及洞穴生物群落初步研究. 见:喀斯特森林生态研究. 贵阳:贵州科技出版社,1997
- 2 张贞华,陈樟福. 瑶林仙境洞穴动物的研究. 中国岩溶,1991,10(1):82~89
- 3 张崇洲. 云南洞穴倍足类. 见:喀斯特景观与洞穴旅游. 北京:中国环境科学出版社,1993
- 4 陈樟福. 金华双龙洞蜘蛛生态学研究. 杭州师范学院学报(自然科学版),1985,12(1):24~28
- 5 陈樟福. 浙江喀斯特洞穴蜘蛛生态研究. 见:喀斯特地貌与洞穴研究. 北京:科学出版社,1990
- 6 陈樟福等. 浙江洞穴蜘蛛. 中国岩溶,1994,13(4):369~374
- 7 Glennie EA. The nature of cave fauna. Cave Res. Grep. G. B. 7(No3. Britith Sh Hypgean Fauna No1),1965
- 8 Jeferson GT. Cave fauna in science of speleology edited by T. D. Ford C. H. D. Culling ford. London,1976
- 9 Hoffman. R L. Diplopoda from malayan caves. Collected by M. Pierre Sirinati. Revne Suisse Zool,1977,84(3):699~917

CORRELATION STUDY ON MOLLUSCA, ARTHROPODA AND CHORDATA COMMUNITIES IN LONGTIAN CAVE AND ZHENGJIA BIG CAVE IN GUIZHOU

Li Daohong Luo Rong Song Xizhang

(Department of Biological Science and Technology, Guizhou Normal University, Guiyang 550001)

Abstract

In June 1996, January 1997 and May 1998, the authors studied Mollusca, Arthropoda and Chordata communities in Longtian cave and Zhengjia big cave at Anshun county, Guizhou province of China. 847 samples, belonging to 3 phyla 6 classes 15 orders 28 families, were collected. They can be divided into 6 communities as follows:

A. *Tortaxis mandarinus* + *Orthomorpha* community

B. *Diestrammena marmorata* + *Sypna picta* community

C. Hipposideros armiger + Diestrammena marmorata community

D. Tortaxis mandarinus + Euphaedusa community

E. Diestrammena marmorata + Spilobolus community

F. Spilobolus + Diestrammena marmorata community

On the basis of calculation of diversity and dominance indexes of every community and similarity index between every two communities, the results show that the highest index of diversity is community *A* (2.2308) and community *F* (0.9404) is the lowest, and the highest index of dominance is community *F* (0.6718) and community *D* (1.896) is the highest. The similarity index between community *E* and *F* (0.6363) is the highest, the lowest is between community *D* and *F* (0.1552). Descending trend of the categories and numbers of cave animals in winter was also found.

Key words Animal community Longtian cave Zhengjia big cave Guizhou province

=====

第三届 ISCA 国际旅游洞穴大会在意大利撒丁岛召开

国际风景旅游洞穴协会(简称 ISCA)于 1998 年 10 月 19~24 日在意大利撒丁岛 San tadi 召开了第三届国际旅游洞穴代表大会。参加会议的代表来自中国、意大利、法国、美国、瑞典、西班牙、斯洛文尼亚、斯洛伐克、匈牙利、奥地利、希腊和英国等 10 余个国家的 35 个旅游洞穴、科研单位和大学,共计 100 余人。它基本反映了目前 ISCA 18 个成员国 61 个旅游洞穴正式会员和 8 名个人会员的阵容。

在会议上,有 20 余篇科学论文报告和其它出版物展览。其内容涉及旅游洞穴资源及开发评价;风景洞穴旅游开发规划的关键问题与对策;洞穴环境监测、预报及其网络;旅游洞穴保护与景观恢复;旅游洞穴市场与管理;野洞旅游等方面。会议期间还考察了岛上的 Is Zuddas 洞、Nettuno 洞、Su Mannau 洞、西海岸喀斯特与海滨旅游风景区,以及考古名胜区。

会议选举产生了第四届 ISCA 执委会,主席 Jorge Cabozas Fontanilla(西班牙),副主席 Paul Dubois(法国)、Stephen E. Fairchild(美国)、Antonello Sulas(意大利),秘书长 Renata Marinelli(意大利)。会议还决定:(1)接纳 3 个旅游洞穴为 ISCA 新会员,其中包括中国瑶琳洞;(2)2000 年 ISCA“风景旅游洞穴重建”国际学术讨论会在浙江桐庐瑶琳洞召开;(3)2002 年第四届国际旅游洞穴协会代表大会在斯洛文尼亚波斯托依那洞召开。

(中科院地理所 林钧枢)