

- 李兆锋, 李柏株, 汤晓辛, 郭云海, 乙引. 2022. 贵州陆生贝类物种多样性及地理分布. 热带地理, 42 (4): 685-692.
Li Zhao Feng, Li Baizhu, Tang Xiaoxin, Guo Yunhai and Yi Yin. 2022. Species Biodiversity and Geographical Distribution of Terrestrial Mollusca in Guizhou Province. Tropical Geography, 42 (4): 685-692.

贵州陆生贝类物种多样性及地理分布

李兆锋^{1,2,3}, 李柏株^{1,2,3}, 汤晓辛^{1,2,3}, 郭云海⁴, 乙引^{1,2,3}

[1. 贵州师范大学 生命科学学院 植物生理与发育调控重点实验室, 贵阳 550001; 2. 贵州师范大学 生命科学学院 国家林业局西南喀斯特山地生物多样性保护重点实验室, 贵阳 550001; 3. 贵州师范大学 生命科学学院, 贵阳 550001; 4. 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所 (国家热带病研究中心), 上海 200025]

摘 要: 基于已有的贵州陆生贝类标本数据, 结合2019年7月至2020年12月对贵阳、荔波和习水等地的调查结果, 整理得出贵州陆生贝类2亚纲4目20科76属316种及亚种 (含13个未定种)。从种类组成看, 贵州陆生贝类以环口螺科 (Cyclophoridae) 种类最丰富, 有16属71种; 巴蜗牛科 (Bradybaenidae) 次之, 有15属61种; 树螺科 (Helicinidae) 和榭果螺科 (Cochlicopidae) 均为1属1种; 优势种为洞穴恰里螺 (*Kaliella cavicola*)、同型巴蜗牛 (*Bradybaena similaris*)、弯倍唇螺 (*Diplommatina herziana*)、缝合倍唇螺 (*Diplommatina consularis*)、矮小双边凹螺 (*Chamalycaeus nanus*) 和假穴环肋螺 (*Plectotropis pseudopatula*)。从分布上看, 贵州陆生贝类以黔中中亚热带湿润溶丘山原区种类最为丰富, 有17科54属170种; 黔南中亚热带湿润山原斜坡中低山区和黔西南亚热带半湿润丘原中山区次之, 分别有18科56属152种、17科57属150种; 黔东温热湿润中低山丘陵区最少, 仅有10科18属27种。贵州省不同区域物种相似性分析表明, 黔南中亚热带湿润山原斜坡中低山区、黔北中亚热带湿润山原斜坡中低山区、黔西南亚热带半湿润丘原中山区陆生贝类物种组成比较相似, 黔东温热湿润中低山丘陵区与其他区域种类组成相差较远。

关键词: 陆生贝类; 物种多样性; 地理分布; 贵州省

中图分类号: Q958

文献标志码: A

文章编号: 1001-5221(2022)04-0685-08

DOI: 10.13284/j.cnki.rddl.003463

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



陆生贝类是一类重要的土壤动物, 对于转换物质、改变土壤成分和结构, 保持自然生态平衡起着重要的作用 (晏飞, 2008)。贵州省 (103°36′—109°35′E, 24°37′—29°13′N) 位于中国的西南部, 地处中国地势的第二阶梯、云贵高原东斜坡地带, 为长江和珠江两大水系的上游及其分流的分水岭, 是中国西部高原山地的一部分; 属亚热带湿润季风气候, 年平均降雨量1 000~1 200 mm, 省内大部分地区年平均气温一般在14~16℃。同时, 贵州属于喀斯特典型发育地区, 全省喀斯特地貌面积占总面积

积的73.6% (刘畅, 2006)。由于钙质对陆生贝类的生长发育有着重要影响, 石灰岩为陆生贝类提供了充足的钙源, 同时岩石表面缝隙堆积的凋落物为陆生贝类提供了适宜生存的微生境。因此, 陆生贝类多样性在喀斯特地区尤为丰富, 是研究陆生贝类物种形成的热点地区 (Bruno et al., 2017)。贵州由于气候温暖潮湿, 植被茂密, 冬无严寒, 夏无酷暑, 地质地貌复杂多样, 是陆生贝类天然的温室 (刘畅, 2006; 晏飞, 2008)。

贵州省陆生贝类的研究最早开始于 Heude,

收稿日期: 2021-09-09; 修回日期: 2021-10-25

基金项目: 国家自然科学基金委员会——贵州省人民政府喀斯特科学研究中心项目 (U1812401); 国家科技部常规性援助项目 (KY201904013)

作者简介: 李兆锋 (1995—), 男, 河南许昌人, 硕士研究生, 主要研究方向为系统进化与生物多样性, (E-mail) 850926056@qq.com;

通信作者: 郭云海 (1978—), 男, 贵州思南人, 博士, 副研究员, 主要研究方向为淡水及陆生贝类系统生物学, (E-mail) guoyunhaigy@163.com;

乙引 (1967—), 男, 贵州贵阳人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为植物生理、分子生物学及喀斯特地貌生态学, (E-mail) gzkppdr@gznu.edu.cn。

Gredler和Moellendorff三位学者,他们于19世纪80年代开展相关研究,但仅限于零星的报道和调查(Heude et al., 1882; Hilber et al., 1883; Pilsbry et al., 1908)。20世纪80年代以来,陈德牛(2003)、罗泰昌(2003a, 2003b)、黎道洪(2003)、冉景丞(1999)等学者对贵州部分地区陆生贝类的组成、数量及区系进行了初步调查与分析,但在全省范围内对陆生贝类的多样性、动物地理区划并没有一个全面的研究。鉴于此,基于已有的贵州陆生贝类样本数据,结合实地采集调查,系统地整理贵州省陆生贝类种类和分布,分析其资源特点,以期陆生贝类资源保护及其合理利用提供科学依据,并进一步丰富中国贝类研究资料。

1 材料与方法

1.1 样本来源

本研究陆生贝类样本来源于:1) 2019年7月至2020年12月,赴贵州贵阳、荔波、习水等地采集获得标本;2) 整理贵州师范大学历年采集的标本数据。

1.2 样本采集地

对盘县、兴义、安龙、镇宁、普定、安顺、六盘水、织金、赫章、毕节、大方、罗甸、贵阳、惠水、开阳、独山、荔波、湄潭、余庆、施秉、思南、松桃、天柱、赤水、道真25个地(县)市进行陆生贝类采集调查。标本采样地分布见图1所示。

1.3 野外调查采样方法

根据研究区域的生境特征采取点、面结合的方法,进行定性、定量采集调查。定性采集采取随机的方法,优势种、常见种以记录为主,偶见种或罕见种在不破坏物种的前提下采集少量成熟标本(银海强, 2003)。定量采集采取VES (Visual Encounter Surveys) 方法,即在规定的采样时间内(3 h),以采样点为中心,方向随机,采样宽度为1 m,长度视情况而定,进行随机采样(徐阳等, 2019)。

在采样期间记录采集点的环境因素,包括经纬度、温度、湿度、海拔以及植被类型(陈德牛等, 1996)。将采集到的活体标本放入75%的酒精中固定,并贴好标签,带回实验室进行分类鉴定。

1.4 数据分析

基于张荣祖(1999)提出的动物地理区划的原则方法和《贵州省地图集》(星球地图出版社, 2009),结合贵州省地形地貌特点,将贵州陆生贝

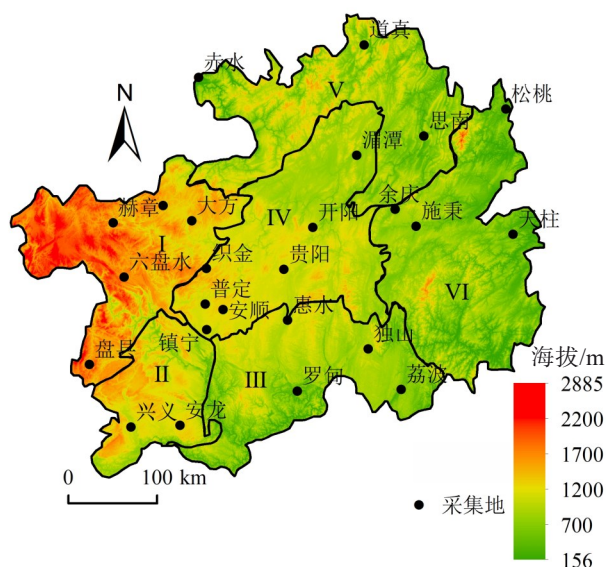


图1 贵州省陆生贝类采样点分布及地理区划

Fig.1 Distribution and geographical division of terrestrial mollusks sampling points in Guizhou Province

类地理区划简单分为: I——黔西冷凉半湿润高原中山区、II——黔西南亚热带半湿润丘原中山区、III——黔南中亚热带湿润山原斜坡中低山区、IV——黔中中亚热带湿润溶丘山原区、V——黔北中亚热带湿润山原斜坡中低山区、VI——黔东温热湿润中低山丘陵区6个区域(见图1)。其中,黔西冷凉半湿润高原中山区包括六盘水、盘县、毕节、赫章和大方,黔西南亚热带半湿润丘原中山区包括兴义和安龙,黔南中亚热带湿润山原斜坡中低山区包括荔波、独山、罗甸、惠水,黔中中亚热带湿润溶丘山原区包括贵阳、开阳、织金、湄潭、安顺、普定和镇宁,黔北中亚热带湿润山原斜坡中低山区包括道真、赤水、余庆和思南,黔东温热湿润中低山丘陵区包括施秉、天柱和松桃。

应用GIS的空间分析功能探讨贵州陆生贝类的分布格局。主要运用ArcGIS10.2叠加分析功能,通过地理坐标的转换,将分布点数据叠加至底图上。使用的底图包括贵州省行政区划图和贵州省DEM数据,来源于中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn>)和中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>)。同时,为了解各个区域间陆生贝类物种的相似性程度,采用系统聚类分析方法,以地理区域作为分类单元,依据Pearson相关性,通过SPSS 25.0软件进行聚类分析。

2 结果分析

2.1 物种组成

经调查,记录贵州省陆生贝类316种及亚种(含13个未定种),隶属于2亚纲4目20科76属。其中,环口螺科种类最多,有71种,约占总种数的22.47%;其次是巴蜗牛科,61种,约占总种数的19.30%;槲果螺科和树螺科最少,均为1种,分别约占总种数的0.32%(图2)。与江西、甘肃、四川、云南、陕西、广东、浙江和新疆地区陆生贝类多样性比较(陈德牛等,1982,1984;陈元晓等,1997;刘畅,2006;钱周兴等,2006;郭云海,2007;刘延虹等,2007;张卫红等,2009),贵州省陆生贝类物种多样性最为丰富。

2.2 不同区域陆生贝类物种分布

2.2.1 黔西凉爽半湿润高原中山区(I) 该区位于云贵高原向贵州高原过渡地带,与华中区接壤。地势西北高东南低。一般海拔1 400~2 900 m。年均温10~17℃,年降雨量960~1 200 mm。原始植被为偏湿润性常绿阔叶林。共发现陆生贝类13科33属68种,约占总种数的21.52%。该地区没有优势种,普通种为同型巴蜗牛(*Bradybaena similaris*)、尖真管螺(*Euphoedusa aculus aculus*)、湖南喇叭螺(*Boysidia hunana hunana*)、条纹钻螺(*Opeas striatissimum*)等,稀有种为奈氏土鸥螺(*Georissa nachmanni*)、环褶口螺(*Ptychopoma cycloteum*)、光滑琥珀螺(*Succinea snigdha*)等。

2.2.2 黔西南亚热带半湿润丘原中山区(II) 该区以中山、低中山丘陵为主,一般海拔1 200~

1 500 m。年均温11.8~16.4℃,年降雨量1 000~1 400 mm。植被以灌丛和草坡为主。共发现陆生贝类17科57属150种,约占总种数的47.47%。该地区优势种为洞穴恰里螺(*Kaliella cavicola*)、同型巴蜗牛(*Bradybaena similaris*)、普通种为缝合倍唇螺(*Diplommatina consularis*)、灰巴蜗牛(*Bradybaena ravida ravida*)、小婴石螺(*Chalepotaxis infantilis*)等,稀有种为扁盘螺(*Discus potanini*)、芦苇琥珀螺(*Succinea arundinetorum*)、椭圆伊尔玛螺(*Elma oblongata*)等。

2.2.3 黔南中亚热带湿润山原斜坡中低山区(III) 该区以低山丘陵为主,一般海拔600~800 m。年均温20℃左右,年降雨量1 250~1 500 mm。植被主要为常绿阔叶林、沟谷季雨林和山地季雨林等。共发现陆生贝类18科56属152种,约占总种数的48.10%。该地区优势种为弯倍唇螺(*Diplommatina herziana*)、普通种为多角恰里螺(*Kaliella polygyra*)、缝合倍唇螺(*Diplommatina consularis*)、弯曲喇叭螺(*Boysidia strophostoma*)等,稀有种为褐带环口螺(*Cyclophorus martensianus*)、茂兰弯螺(*Sinoennea maolanensis*)、雕刻三凹多粒螺(*Moellendorffia trisinuata*)等。

2.2.4 黔中中亚热带湿润溶丘山原区(IV) 该区以山原丘陵盆谷为主,一般海拔1 000~1 400 m。年均温14~16℃,年降雨量1 200~1 300 mm。植被主要为各类石灰岩植被。共发现陆生贝类17科54属170种,约占总种数的53.80%。该地区没有优势种,普通种为条纹钻螺(*Opeas striatissimum*)、同型巴蜗牛(*Bradybaena similaris*)、黄果树喇叭螺(*Boysidia huangguoshuensis*)等,稀有种为阔轮假螺(*Pseudaspasita platytrochus*)、小柱倍唇螺(*Diplommatina paxillus*)、赤琥珀螺(*Succinea erythropnea*)等。

2.2.5 黔北中亚热带湿润山原斜坡中低山区(V) 该地区以中山峡谷为主,一般海拔500~1 200 m。年均温14~18℃,年降雨量800 mm左右。植被类型以针阔混交林和石灰岩灌丛草坡为主。共发现陆生贝类11科29属77种,约占总种数的24.37%。该地区优势种为缝合倍唇螺(*Diplommatina*

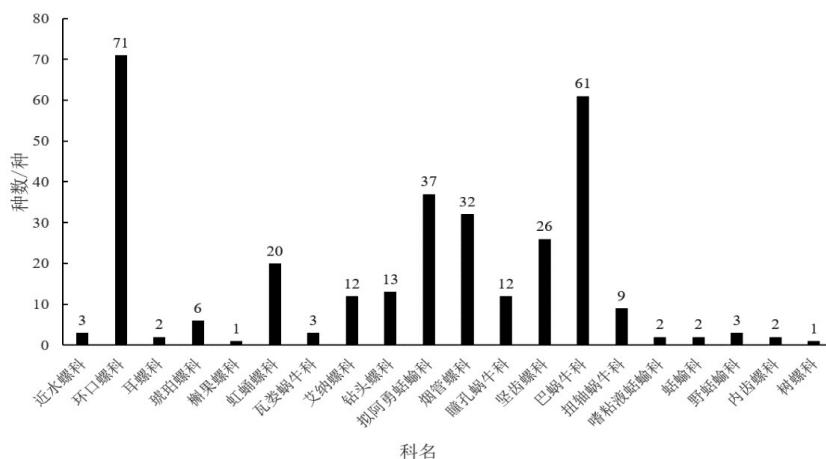


图2 贵州省陆生贝类各科种数

Fig.2 Species number of terrestrial mollusca by families in Guizhou Province

consularis)、矮小双边凹螺 (*Chamalycaeus nanus*) 和假穴环肋螺 (*Plectotropis pseudopatula*), 普通种为湖南扁脊螺 (*Platyrhaphe hunana*)、黄蛹螺 (*Pupina flava*), 稀有种为小恰里螺 (*Kaliella minuta*)。

2.2.6 黔东温热湿润中低山丘陵区 (VI) 该地区为非喀斯特地貌以低山类型为主, 一般海拔 400~1 000 m。年均温 14~18℃, 年降雨量 1 100~1 500 mm。植被类型为常绿阔叶林。仅发现陆生贝类 10 科 18 属 27 种, 约占总种数的 8.54%。且大部分为广布种, 没有优势种。

2.3 区系分析

根据《中国动物地理区划》, 中国目前动物地理区划分为 2 界 3 亚界 7 区 19 亚区, 其中东洋界划分为华中区、西南区和华南区三区, 古北界划分为青藏区、华北区、蒙新区和东北区四区, 贵州属东洋界中印亚界。从区系组成看, 贵州陆生贝类东洋界的种类最丰富, 有 263 种, 约占总种数的 83.23%, 其中仅分布于华南区的有 46 种, 约占总种数的 14.56%; 华中区有 40 种, 约占总种数的 12.66%; 西南区有 68 种, 约占总种数的 21.52%; 分布于华南区和西南区的种类有 12 种, 约占总种数的 3.80%; 分布于华中区和华南区的种类有 4 种, 约占总种数的 1.27%; 分布于华中区和西南区的种类有 79 种, 约占总种数的 25.0%; 同时分布于华中区、华南区、西南区的种类有 14 种, 约占总种数的 4.43%。

其次为跨东洋古北界的种类, 16 种, 约占总种数的 5.06%, 其中仅分布于蒙新区和西南区的种类有 2 种, 约占总种数的 0.63%; 分布于华北区和华中区的有 2 种, 约占总种数的 0.63%; 分布于华北区和西南区的仅有 1 种, 约占总种数的 0.32%; 同时分布于华北区、华中区、西南区的种类有 6 种, 约占总种数的 1.90%; 分布于华北区、蒙新区、西南区的有 1 种, 约占总种数的 0.32%; 分布于华北区、华中区、蒙新区的有 1 种, 约占总种数的 0.32%; 分布于华中区、西南区和蒙新区的有 3 种, 约占总种数的 0.95%。古北界 13 种, 约占总种数的 4.11%, 其中仅分布于华北区的有 1 种, 约占总种数的 0.32%; 蒙新区有 6 种, 约占总种数的 1.90%; 东北区有 2 种, 约占总种数的 0.63%; 同时分布于东北区和蒙新区的有 2 种, 约占总种数的 0.63%; 分布于华北区和蒙新区的有 1 种, 约占总种数的 0.32%; 分布于华北区、蒙新区和青藏区的有 1 种, 约占总种数的 0.32%。此外广布种 11 种, 约占总种

数的 3.48%; 未定种 13 种, 约占总种数的 4.11%。由此可见, 贵州省陆生贝类区系成分复杂, 以东洋界为主, 同时有少量古北界种类渗透。

2.4 区域物种相似性

系统聚类分析结果 (图 3) 表明, 黔南、黔北、黔西南陆生贝类物种组成最为相似, 黔东与其他区域种类组成相差较远。其原因为: 黔南为中亚热带湿润山原斜坡中低山区, 黔北为中亚热带湿润山原斜坡中低山区, 黔西南为亚热带半湿润丘原中山区, 具有相似的地质地貌和植被, 相似的生存环境使得三个地区陆生贝类种类的相似度很高。而黔东为温热湿润中低山丘陵区, 海拔差距较大, 且该地区为非喀斯特地貌, 致使该地区陆生贝类种类与其他地区差异较大。

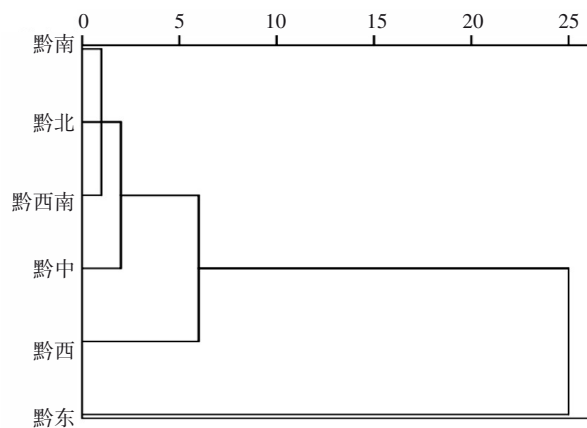


图3 贵州省不同地理区域陆生贝类种类组成相似性
Fig.3 Similarity of terrestrial mollusca species composition in different geographical regions of Guizhou

3 讨论

3.1 陆生贝类资源现状

陆生贝类的物种组成明显受植被类型、土壤钙质、生境异质性等因素的影响。贵州省位于中国西南部, 地理区划属于东洋界中印亚界, 是云贵高原向东部低山丘陵过渡的高原斜坡。同时贵州属于典型的喀斯特地区, 喀斯特地貌占全省总面积的 73.6%, 土壤中钙含量极高。从全省范围看, 西部地势最高, 海拔多在 1 800~2 400 m, 是云贵高原的东延部分; 中部次之, 海拔多在 1 100~1 400 m, 由山原、丘陵和盆地组成贵州高原的主体; 东部最低, 海拔一般在 800 m 以下, 多为低山、丘陵和谷地。贵州属于亚热带湿润季风气候, 多雨且无严寒

酷暑。年平均降雨量在1 000~1 200 mm之间,相对湿度保持在80%以上。省内大部分地区年均温维持在14~16℃之间。在这样的地形和气候条件下,植被茂密,水系发达,气候温暖潮湿,为陆生贝类的生长发育提供了良好的生存空间。截止2020年,笔者共鉴定、整理、记录的贵州省陆生贝类2亚纲4目20科76属316种及亚种,优势科为拟阿勇蛞蝓科(Ariophantidae)、环口螺科(Cyclophoridae)和巴蜗牛科(Bradvbaenidae)。

与中国其他省份相比,贵州省的陆生贝类物种多样性最为丰富,其特有物种有安顺真管螺(*Euphaedusa anshunensis* sp. nov.)、茂兰沟螺(*Dioryx maolanensis* sp. nov.)、独山倍唇螺(*Diplommata dushanensis* sp. nov.)等19种之多。这与其独特的地理地貌有关,贵州是中国喀斯特分布范围最广、面积比例最大的省区之一,被誉为中国的“喀斯特省”(林俊清, 2001)。研究表明,陆生贝类在生长发育过程中需要不断地从外界吸收大量的钙质以满足贝壳的生长需求,而贵州省典型的岩溶地貌不仅能为其提供足够的钙质,其岩石表面的间隙和凹坑还能形成大量适宜陆生贝类生存的微环境,是陆生贝类生长繁育的天然温室(Lucie et al., 2008)。

3.2 物种多样性的生境间差异

动物的生境选择是动物根据生存条件、环境因子更各方面因素选择适合其生存的栖息环境所形成的最终结果(颜忠诚等, 1998; 魏辅文等, 1998)。陆生贝类因其独特的生物学和生态学特征,致使其对钙质、温度、湿度及植被覆盖类型等环境因子具有较强的依赖性。其中,大部分陆生贝类的物种多样性与生境中的可用钙含量有明显的相关性(Kenneth et al., 2002); 如:*Rupestrella*、*Pyramidula*、*Zebrian*、*Stokest*等物种,不能在缺少钙质的环境中生存,而所有的陆生贝类均能生活在钙质环境中(Welter-Schultes et al., 1999)。由此可见,陆生贝类的生长发育繁殖与环境中的钙含量密切相关。而经过笔者的调查发现,不同的生境下陆生贝类的物种丰富度具有明显差异,这进一步佐证了上述观点。

从地理区划看,黔中中亚热带湿润溶丘山原区陆生贝类多样性最为丰富,有17科54属170种。该区位于贵州省中部,为典型的喀斯特高原地貌,碳酸盐岩沉积厚度达到6 200~11 000 m。其中,碳酸盐岩为CaMg(CO₃)₂含量较高的白云岩和CaCO₃含量较高的石灰岩。这种典型的岩溶地貌使得其土

壤中含有大量的钙质(林俊清, 2001)。而黔东温热湿润中低山丘陵区陆生贝类物种组成最为稀少,仅有10科18属27种,该区的年均温与年降水量与黔中中亚热带湿润溶丘山原区相似,且森林覆盖率为贵州之冠。但与黔中中亚热带湿润溶丘山原区的喀斯特地貌不同的是该区为侵蚀剥夺地貌,主要由砂页岩和玄武岩组成,所以其土壤中的钙含量相对较低。从全国范围看,与黔东温热湿润中低山丘陵区相似的有湖南莽山低山常绿阔叶林带,该地带属亚热带山地湿润气候区,植被类型以常绿阔叶林为主,绝大部分土壤是在花岗岩母质上形成的,多呈酸性,氮钾含量丰富,钙含量相对较少,仅分布陆生贝类8科11属13种(银海强, 2003)。从采集地看,荔波种类最为丰富有134种,赤水最少仅有2种。而造成这种差异的原因可能存在采集强度不够的因素,也可能与地质地貌有关。荔波为典型的岩溶地区,其喀斯特面积占比大于60%,属高比例喀斯特地貌县;赤水则属于非喀斯特地貌县,该地基本没有喀斯特地貌。高钙环境下陆生贝类的物种多样性较为丰富。

3.3 陆生贝类资源保护

陆生贝类是重要的野生动物资源,也是生物多样性的的重要组成部分,在维持生态平衡、改良土壤方面起重要作用,但有关陆生贝类资源的保护却未受到很多关注(陈德牛等, 1997; 陈功轩等, 2005)。陆生贝类移动缓慢,对生存环境具有极强的依赖性且对环境变化十分敏感。随着一系列人为活动的影响(Douglas, et al., 2013; Ayu et al., 2016),如森林砍伐、石灰岩矿区的开采以及近几年的喀斯特地貌旅游开发等,使得陆生贝类的生存环境不断恶化,造成陆生贝类的生物多样性不断衰退。贵州是一个典型喀斯特地貌区域,许多地区也是高度石漠化,在陆生贝类物种多样性保护方面面临考验。本文旨在通过整合贵州省陆生贝类调查数据,分析贵州陆生贝类多样性现状、地理分布格局,探讨物种多样性与其生境中钙循环的相关性,为贵州陆生贝类保护提供参考,为自然保护及喀斯特石漠化治理提供基础支撑。尽管如此,但本研究尚处于基础本底调查阶段,对于陆生贝类保护性策略方面还需进一步的分析,应该选择试点地区开展干预研究,探索并提出具体性的保护措施。

4 结论

本文调查共记录贵州省陆生贝类316种及亚种,

分别隶属于2亚纲4目20科76属；其中贵州陆生贝类以环口螺科(Cyclophoridae)种类最丰富,有16属71种；巴蜗牛科(Bradybaenidae)次之,有15属61种；树螺科(Helicinidae)和槲果螺科(Cochlicopidae)均为1属1种；优势种为洞穴恰里螺(*Kaliella cavicola*)、同型巴蜗牛(*Bradybaena similis*)、弯唇唇螺(*Diplommatina herziana*)、缝合唇螺(*Diplommatina consularis*)、矮小双边凹螺(*Chamalycaeus nanus*)和假穴环肋螺(*Plectotropis pseudopatula*)。区系组成以东洋界为主,有263种,约占总种数的83.23%,同时有少量古北界渗透。根据海拔和植被类型,结合贵州省地形地貌特点,将贵州陆生贝类地理区划分为:黔西冷凉半湿润高原中山区、黔西南亚热带半湿润丘原中山区、黔南中亚热带湿润山原斜坡中低山区、黔中中亚热带湿润溶丘山原区、黔北中亚热带湿润山原斜坡中低山区和黔东温热湿润中低山丘陵区。其中,黔中中亚热带湿润溶丘山原区陆生贝类种类最为丰富,有17科54属170种；黔南中亚热带湿润山原斜坡中低山区和黔西南亚热带半湿润丘原中山区次之,分别有18科56属152种、17科57属150种；黔东温热湿润中低山丘陵区最少,仅有10科18属27种。贵州省不同区域物种相似性分析表明,黔南中亚热带湿润山原斜坡中低山区、黔北中亚热带湿润山原斜坡中低山区、黔西南亚热带半湿润丘原中山区陆生贝类物种组成比较相似,黔东温热湿润中低山丘陵区与其他区域种类组成相差较远。

参考文献 (References):

- Ayu S N, Hatta F, Christian H and Bernhard H. 2016. Native and Introduced Land Snail Species as Ecological Indicators in Different Land Use Types in Java. *Ecological Indicators*, 70: 557-565.
- Bruno B, Anette B and Denes S. 2017. Impact Assessment of Intense Sport Climbing on Limestone Cliffs: Response of Rock-Dwelling Land Snails. *Ecological Indicators*, 72: 260-267.
- 陈德牛, 高家祥. 1982. 四川省陆生贝类调查. 动物学杂志, (1): 3-10. [Chen Deniu and Gao Jiaxiang. 1982. Investigation of Terrestrial Mollusca in Sichuan Province. *Chinese Journal of Zoology*, (1): 3-10.]
- 陈德牛, 高家祥. 1984. 广东(海南岛)陆生贝类初报及国内新纪录. 四川动物, (3): 10-17. [Chen Deniu and Gao Jiaxiang. 1984. Preliminary Report of Terrestrial Mollusca from Guangdong (Hainan Island) and New Records in China. *Sichuan Journal of Zoology*, (3): 10-17.]
- 陈德牛, 张国庆. 1996. 陆生和淡水贝类标本的采集、保存及其外生殖器官、齿舌和颚片的制作方法. 植物检疫, (2): 78-81. [Chen Deniu and Zhang Guoqing. 1996. Collection and Preservation of Terrestrial and Freshwater Mollusca Specimens and Methods for Making External Genitalia, Tongues and Jaws. *Plant Quarantine*, (2): 78-81.]
- 陈德牛, 杨龙龙, 张国庆. 1997. 西双版纳热带森林地区不同生境陆生软体动物多样性研究. 生物多样性, (1): 5-13. [Chen Deniu, Yang Longlong and Zhang Guoqing. 1997. Species Diversity of Terrestrial Mollusks in Different Habitats in Xishuangbanna Tropical Forest Region. *Biodiversity Science*, (1): 5-13.]
- 陈德牛, 黎道洪, 罗泰昌. 2003. 贵州洞穴淡水、陆生贝类区系及新种记述. 动物分类学报, (4): 614-620. [Chen Deniu, Li Daohong and Luo Taichang. 2003. Freshwater and Terrestrial Mollusca Fauna and New Species in Caves of Guizhou Province. *Zoological Systematics*, (4): 614-620.]
- 陈元晓, 张迺光, 张闻, 李京昆, 张彦. 1997. 云南省陆生贝类的调查研究//孙松. 中国动物学会、中国海洋湖沼学会贝类学分会第八次学术讨论会暨张玺教授诞辰100周年纪念会论文集. 青岛: 学苑出版社. [Chen Yuanxiao, Zhang Naiguang, Zhang Wen, Li Jingkun and Zhang Yan. 1997. Investigation of Terrestrial Mollusca in Yunnan Province. In: Sun Song. Proceedings of the 8th Symposium of the Chinese Zoological Society and the Shellfish Society of the Chinese Society of Oceanology and Limnology and the 100th Anniversary of the Birth of Professor Zhang Xi. Qingdao: Academy Press.]
- 陈功轩, 刘畅, 罗泰昌. 2005. 贵州万峰林陆生贝类物种组成及区系分析. 贵州师范大学学报(自然科学版), (4): 9-12. [Chen Gongxuan, Liu Chang and Luo Taichang. 2005. The Species Composition and Fauna Analysis of Terrestrial Mollusk in Wanfenglin, Guizhou. *Journal of Guizhou Normal University (Natural Sciences)*, (4): 9-12.]
- Douglas Daniel D, Brown David R and Pederson Neil. 2013. Land Snail Diversity Can Reflect Degrees of Anthropogenic Disturbance. *Ecosphere*, 4(2): 28.
- 郭云海. 2007. 甘肃南部地区陆生贝类区系及其地理分析. 贵州: 贵州师范大学. [Guo Yunhai. 2007. Analysis of Terrestrial Molluscs Fauna and Zoogeography in the Southern Gansu Province. Guizhou: Guizhou Normal University.]
- 星球地图出版社. 2009. 贵州省地图集. 北京: 星球地图出版社. [Star Map Press. 2009. *Atlas of Guizhou Province*. Beijing: Star Map Press.]
- Heude P M. 1882. Notes Sur Les Mollusques Terrestres De La Vallée Du Fleuve Bleu (1). *Memoires Concernant L' Histoire Naturelle de L' Empire Chinois*, 1: 1-88.
- Hilber V. 1883. Recente Und Im Loss Gefundene Landschnecken aus China. I. SB. *Akademie der Wissenschaften in Wien*, 88(1): 1351-1354.
- Kenneth P and Hotopp. 2002. Land Snails and Soil Calcium in Central Appalachian Mountain Forest. *Southeastern Naturalist*, 1(1): 27-44.
- Lucie J, Michal H, Robert C, Kristoffer H, Alena M, Jaroslav H and Jan R. 2008. Land Snail Distribution Patterns Within a Site: The

- Role of Different Calcium Sources. *European Journal of Soil Biology*, 44(2): 172-179 .
- 刘畅. 2006. 贵州陆生贝类区系及动物地理区划. 贵州: 贵州师范大学. [Liu Chang. 2006. Fauna and Zoogeography of Terrestrial Mollusca in Guizhou Province, China. Guizhou: Guizhou Normal University.]
- 罗泰昌, 黎道洪, 黎艳, 陈德牛. 2003a. 茂兰喀斯特森林几种不同生境陆生贝类物种多样性研究 (腹足纲: 前鳃亚纲; 肺螺亚纲). 贵州科学, (4): 53-58. [Luo Taichang, Li Daohong, Li Yan and Chen Deniu. 2003a. Species Diversity of Terrestrial Mollusk in Several Different Kinds of Habitats in Maolan Karst Forest. *Guizhou Science*, (4): 53-58.]
- 罗泰昌, 黎道洪, 黎艳, 陈德牛. 2003b. 贵阳地区陆生贝类调查初报一 (腹足纲: 前鳃亚纲, 肺螺亚纲). 贵州师范大学学报 (自然科学版), (4): 53-56. [Luo Taichang, Li Daohong, Li Yan and Chen Deniu. 2003b. Investigation on Terrestrial Mollusk in Guiyang, Guizhou Province, China (Gastropoda: Prosobranchia, Pulmonata). *Journal of Guizhou Normal University (Natural Sciences)*, (4): 53-56.]
- 黎道洪, 陈德牛, 罗泰昌, 罗蓉, 彭涛. 2003. 贵州洞穴螺类的物种多样性及分布初步研究. 中国岩溶, (3): 48-54. [Li Daohong, Chen Deniu, Luo Taichang, Luo Rong and Peng Tao. 2003. A Preliminary Study on the Species Diversity and Distribution of Cave Snails in Guizhou. *Carsologica Sinica*, (3): 48-54.]
- 刘延虹, 苏小记, 陈德牛, 陈雯. 2007. 陕西省陆生贝类调查研究. 西北农业学报, (5): 295-300. [Liu Yanhong, Su Xiaojie, Chen Deniu and Chen Wen. 2007. Investigation on Terrestrial Molluscs in Shanxi Province, China. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, (5): 295-300.]
- 林俊清. 2001. 贵州喀斯特与非喀斯特地貌分布面积及其特征分析. 贵州教育学院学报, (4): 43-46. [Lin Junqing. 2001. The Distributed Area and the Features Analysis of Karst and Non Karst Landscape in Guizhou. *Journal of Guizhou Educational College*, (4): 43-46.]
- Pilsbry H A and Hirase Y. 1908. New Land Shells of the Chinese Empire: I. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences Philadelphia*, 60: 33-40.
- 钱周兴, 张卫红, 郭云海, 陈德牛. 2006. 浙江陆生贝类区系及其生态分布分析. 四川动物, (4): 814-818. [Qian Xingzhou, Zhang Weihong, Guo Yunhai and Chen Deniu. 2006. Terrestrial Molluscs Fauna and Ecological Distribution in Zhejiang Province. *Sichuan Journal of Zoology*, (4): 814-818.]
- 冉景丞, 陈德牛, 张国庆. 1999. 中国环口螺科二新种 (前鳃亚纲: 中腹足目: 环口螺科). 动物分类学报, (3): 281-284. [Ran Jingcheng, Chen Deniu and Zhang Guoqing. 1999. Two New Species of Cyclophoridae in China Prosobranchia: Mesogastropoda: Cyclophoridae. *Zoological Systematics*, (3): 281-284.]
- 魏辅文, 冯祚建, 王祖望. 1998. 野生动物对生境选择的研究概况. 动物学杂志, (4): 49-53. [Wei Fuwen, Feng Zuojian and Wang Zuwang. 1998. An Overview of Research on Habitat Selection by Wildlife. *Chinese Journal of Zoology*, (4): 49-53.]
- Welter-Schultes F W and Williams M R. 1999. History, Island Area and Habitat Availability Determine Land Snail Species Richness of Aegean Islands. *Journal of Biogeography*, 26(2): 239-249.
- 徐阳, 周芳兵, 谢广龙, 吴小平, 欧阳珊. 2019. 江西省陆生贝类物种多样性. 南昌大学学报 (理科版), 43 (6): 583-590. [Xu Yang, Zhou Fangbing, Xie Guanglong, Wu Xiaoping and Ouyang Shan. 2019. Species Biodiversity of Terrestrial Mollusca in Jiangxi Province. *Journal of Nanchang University (Natural Science)*, 43(6): 583-590.]
- 晏飞. 2008. 香纸沟陆生贝类多样性及区系研究. 贵州: 贵州师范大学. [Yan Fei. 2008. Investigation on Diversity and Fauna of Terrestrial Mollusca in Xiangzhigou, Guizhou, China. Guizhou: Guizhou Normal University.]
- 银海强. 2003. 湖南莽山自然保护区、广东八宝山陆生贝类多样性研究. 长沙: 湖南师范大学. [Yin Haiqiang. 2003. Biodiversity of Terrestrial Mollusca in Mt. Mangshan Nature Reserve of Hunan and in Mt. Babaoshan of Guangdong. Changsha: Hunan Normal University.]
- 颜忠诚, 陈永林. 1998. 动物的生境选择. 生态学杂志, (2): 43-49. [Yan Zhongcheng and Chen Yonglin. 1998. Habitat Selection of Animals. *Chinese Journal of Ecology*, (2): 43-49.]
- 张荣祖. 1999. 中国动物地理. 北京: 科学出版社. [Zhang Rongzu. 1999. *Zoogeography of China*. Beijing: Science Press.]
- 张卫红, 钱周兴, 郭云海, 陈德牛. 2009. 新疆陆生贝类区系及动物地理学分析. 干旱区研究, 26 (2): 238-242. [Zhang Weihong, Qian Zhouxing, Guo Yunhai and Chen Deniu. 2009. Analysis of the Fauna and Zoogeography of Terrestrial Molluscs in Xinjiang. *Arid Zone Research*, 26(2): 238-242.]

作者贡献声明:

李兆锋: 实验设计和执行实验研究, 完成数据分析, 论文初稿的写作;
汤晓辛、李柏株: 参与实验设计和试验结果分析;
郭云海、乙引: 项目的构思者及负责人, 指导实验设计、数据分析、论文写作与修改。

Species Biodiversity and Geographical Distribution of Terrestrial Mollusca in Guizhou Province

Li Zhaofeng^{1,2,3}, Li Baizhu^{1,2,3}, Tang Xiaoxin^{1,2,3}, Guo Yunhai⁴ and Yi Yin^{1,2,3}

[1. Key Laboratory of Plant Physiology and Development in Guizhou Province, College of life science, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China; 2. State Key Laboratory of Southwest Karst Mountain Biodiversity Conservation of National forestry and grassland administration, College of life science, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China; 3. College of life Science, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China; 4. National Institute of Parasite Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention (Chinese Center for Tropical Diseases Research), Shanghai 200025, China]

Abstract: There are many species of terrestrial Mollusca with rapid reproduction rates, a wide distribution range, and a large population. They are not only an important wildlife resource but also an important component of biodiversity. Previously, basic research has been conducted on the species diversity and distribution of terrestrial Mollusca in some nature reserves in Guizhou and Yunnan. The existing sample data of terrestrial Mollusca in Guizhou and survey results from Guiyang, Libo, and Xishui from July 2019 to December 2020 listed 316 species and subspecies (including 13 undefined species) belonging to two subclasses, four orders, 20 families, and 76 genera in Guizhou Province. From the perspective of species composition, the dominant family is Cyclophoridae, with 16 genera and 71 species; the second most dominant family is Bradybaenidae, with 15 genera and 61 species, followed by Helicinidae and Cochlicopidae with one genera and one species. The dominant species are *Kaliella cavicola*, *Bradybaena similis*, *Diplommatina herziana*, *Diplommatina consularis*, *Chamalycaeus nanus*, and *Plectotropis pseudopatula*. From the perspective of geographical distribution, terrestrial Mollusca are the most abundant in the central region of Guizhou, with 17 families, 54 genera, and 170 species. The areas with the second greatest abundance of terrestrial Mollusca are the sub-subtropical humid areas in southern Guizhou and the sub-subtropical areas in southwestern Guizhou, with 18 families, 56 genera, and 152 species and 17 families, 57 genera, and 150 species, respectively. There are only 10 families, 18 genera, and 27 species in the eastern area of Guizhou. Similarity analysis of species in different regions of Guizhou Province showed that the species composition of terrestrial Mollusca in the southern area, northern area, and southwestern area of Guizhou is similar, whereas the species composition of terrestrial Mollusca in the eastern area of Guizhou is markedly different from that of other regions. This paper discusses the species and distribution pattern of terrestrial Mollusca in Guizhou Province and their resource characteristics to provide a scientific basis for the protection and rational utilization of terrestrial Mollusca resources and to further enrich the research data of terrestrial Mollusca in China.

Keywords: terrestrial Mollusca; species diversity; geographical distribution; Guizhou