

# 中国喀斯特环境与生物多样性研究综述

卢小玲

浙江师范大学生命科学学院, 浙江 金华

收稿日期: 2024年3月4日; 录用日期: 2024年3月27日; 发布日期: 2024年4月24日

## 摘要

喀斯特(karst), 是具有溶蚀力的水对可溶性岩石进行溶蚀作用等所形成的地表和地下形态的总称, 又称岩溶地貌。除溶蚀作用以外, 还包括流水的潜蚀、冲蚀、以及坍塌等机械侵蚀过程。中国是世界上拥有喀斯特环境最多的国家, 从热带到寒带, 各种喀斯特地貌类型齐全。在喀斯特环境中表现出丰富的物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性。但是由于喀斯特环境自身的脆弱性, 加上人类不合理的开发和利用, 使得区内的自然资源和自然环境不断地遭到破坏, 导致了严重的生态问题, 虽然已经进行了一些退化地区的恢复与保护管理, 但是还不足以解决这个问题。本文回顾了有关中国喀斯特生境与生物多样性的研究, 研究主要集中于广西、贵州、云南东部等西南地区, 在此基础上探讨喀斯特环境对于生物多样性的影响, 为今后加强环境管理, 指导生物多样性保护实践提供一定的方向。

## 关键词

中国, 喀斯特, 生物多样性, 生态系统, 保护

## A Review of Karst Environment and Biodiversity in China

Xiaoling Lu

College of Life Sciences, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang

Received: Mar. 4<sup>th</sup>, 2024; accepted: Mar. 27<sup>th</sup>, 2024; published: Apr. 24<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Karst, also known as karst landform, is the general name of surface and underground form formed by dissolution of soluble rock by water with dissolution ability. In addition to dissolution, it also includes water erosion, erosion, and collapse and other mechanical erosion processes. China has more karst environments than any other country in the world, with various types of karst landforms ranging from tropical to cold zones. The karst environment shows rich species diversity, genetic di-

文章引用: 卢小玲. 中国喀斯特环境与生物多样性研究综述[J]. 环境保护前沿, 2024, 14(2): 348-353.

DOI: 10.12677/aep.2024.142047

versity and ecosystem diversity. However, due to the fragility of the karst environment itself and unreasonable development and utilization of human beings, the natural resources and environment in the region are constantly destroyed, leading to serious ecological problems. Although some restoration and protection management of degraded areas have been carried out, it is not enough to solve this problem. This paper reviews the studies on karst habitats and biodiversity in China, mainly in Guangxi, Guizhou, eastern Yunnan and other southwest China. On this basis, the impact of karst environment on biodiversity is discussed, which provides a certain direction for strengthening environmental management and guiding biodiversity conservation practice in the future.

## Keywords

China, Karst, Biodiversity, Ecosystem, Conservation

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

生物多样性是人类生存和发展的基础[1], 虽然, 生物多样性给人类带来了无限的经济利益, 但是在近现代, 人类的活动日益影响着地球的自然环境[2], 据研究统计, 目前世界上每小时就有 3 个物种消失。生物多样性保护已成为人类关注的焦点[3]。世界各国日益重视生物多样性的研究和保护。在中国的自然环境中, 喀斯特环境具有非常重要的地位, 且由于其特殊性, 喀斯特地区具有丰富的生物多样性, 但是由于喀斯特环境自身的脆弱性, 加上人类不合理的开发和利用, 使得区内的自然资源和自然环境不断地遭到破坏, 导致了严重的生态问题, 可见在我国喀斯特地区开展相应的研究十分重要。本文回顾了有关中国喀斯特生境与生物多样性的研究, 在此基础上探讨喀斯特环境中生物多样性保护的问题, 指出现有研究存在的问题, 为今后加强环境管理, 指导生物多样性保护实践提供一定的方向。

## 2. 中国喀斯特生物多样性研究背景

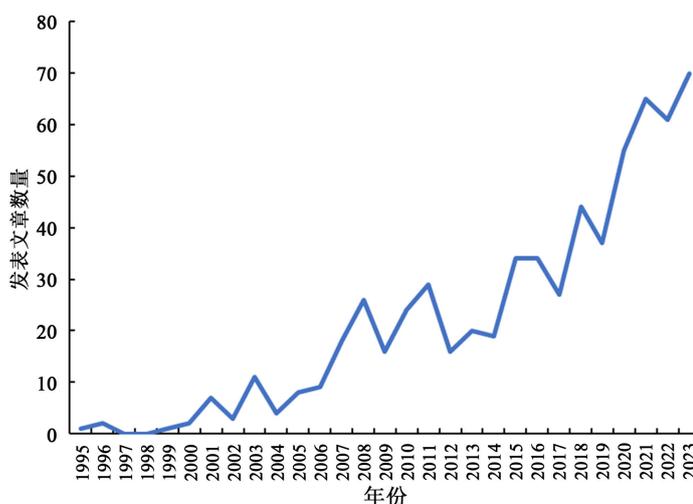


Figure 1. Publication of articles related to karst biodiversity research in China

图 1. 中国喀斯特生物多样性研究相关文章发表情况

以“喀斯特”和“生物多样性”为主题在中国知网数据库进行搜索,得到从1995年1月1日至2023年12月31日的相关文献共643篇,包括中文和外文(图1)。有关中国喀斯特生物多样性研究的论文数量呈稳定上升的趋势。但是这些文章主要聚焦在退化的喀斯特生境[4],且研究区域尺度一般较小[5]。

### 3. 喀斯特

#### 3.1. 喀斯特的概念与分类

喀斯特(karst)即岩溶,是水对可溶性岩石(碳酸盐岩、石膏、岩盐等)进行的地质作用,主要是化学溶蚀作用,辅之以机械作用,如流水冲蚀、潜蚀和崩塌等,以及由这些作用所产生的现象[6]。喀斯特可划分许多不同的类型。按出露条件分为:覆盖型、裸露型和埋藏型喀斯特[7]。按气候带分为:热带喀斯特、亚热带喀斯特、温带喀斯特、寒带喀斯特、干旱区喀斯特。按岩性分为:白云岩喀斯特、石灰岩喀斯特、盐喀斯特、石膏喀斯特[8]。此外,还有按形成时期、海拔高度、水文特征、发育程度等进行划分等。

#### 3.2. 中国喀斯特的分布

中国喀斯特环境分布广、面积大,其总面积占国土面积的1/3,碳酸盐岩出露地区占居主要的地位,面积约91~130万 $\text{km}^2$ 。中国南方的喀斯特面积高达54万 $\text{km}^2$ ,其中以广西、贵州和云南东部,这三个区域所占的面积最大,是全球最大的喀斯特区之一;其他地区,如西藏和北方的部分地区等也有分布。喀斯特地貌呈纬度地带性分布于我国东部,自南向北依次为热带喀斯特、亚热带喀斯特和温带喀斯特,西部喀斯特属干旱地区喀斯特(西北地区)和寒冻高原喀斯特(青藏高原),这主要是因为受到了水分限制或地形的影响[9]。

### 4. 喀斯特与生物多样性

#### 4.1. 物种多样性

在喀斯特地区中,贵州是中国乃至全球热带、亚热带喀斯特发育最强烈、分布面积最大的地区,拥有碳酸盐岩出露面积13万 $\text{km}^2$ ,其物种多样性及丰富,其共有维管束植物250科1551属5691种(变种)。其中蕨类植物约53科147属808种(包括变种、变型和杂交种);种子植物约200科1276属5530种,是中国植物种类较丰富的省区之一。贵州的被子植物中还富含鹅掌楸、珙桐、连香树、香果树、水青树等古老的类群和特有种。同时是中国现存裸子植物最多的省区之一,拥有贵州苏铁、梵净山冷杉、青岩油杉等特有的珍稀孑遗植物。由于特殊的生长环境,贵州具有很多特有的植物物种,此外,其苔藓和地衣资源和脊椎动物同样极其丰富[10]。谈洪英对贵州喀斯特地区沟谷环境中的存在的苔藓植物进行了多样性的调查研究,结果显示贵州喀斯特沟谷苔藓植物共有55科,隶属于126属346种[11]。

保护国际(Conservation International, CI)将中越边境确定为世界34个生物多样性保护热点的地区之一[12]。许为斌等通过调查研究广西中越边境喀斯特地区发现,该喀斯特地区共有种子植物3118种,分别隶属于187个科1050个属,其中含有裸子植物20种,隶属于7科。其对该地区种子植物科内种的数量进行了统计分析,分析结果表明,广西中越边境喀斯特地区种子植物具有明显的优势科,部分科在构成该区的森林植被中起重要作用。另外该地区的种子植物中小科和单种科要比其他科更占优势,这也说明了此地区有着高度的多样性[13]。唐启明等,对广西中越边境喀斯特地区叶附生苔类植物的多样性进行了调查。调查结果表明,该地区是叶附生苔类植物也很丰富,共有叶附生苔类植物5科15属43种[14]。

#### 4.2. 遗传多样性

贵州喀斯特生境作为遗传多样性最丰富的地区之一,具有500多种食用植物,100多种蔬菜,500多

种菌类, 127 种果树, 40 多种农作物, 同时具有药用植物高达 3700 多种。随着人类活动的增加, 在人工选择下, 贵州喀斯特地区还形成了丰富多彩的作物类型和品种, 具有丰富的遗传多样性[10]。广西也是我国重要的喀斯特生境分布区, 是我国西南地区重要的生态屏障。其生物多样性居全国第三位, 已发现和命名的陆生脊椎野生动物种类达 1151 种, 居全国第二位, 野生维管束植物高达 8562 种, 居全国第三位。莫运明等对广西底定自然保护区两栖爬行动物物种多样性进行了调查, 结果表明该地区具有两栖动物 22 种、爬行动物 23 种[15]。

### 4.3. 生态系统多样性

在喀斯特生境中, 具有多种类型的生态系统: 森林生态系统、灌丛生态系统、草原生态系统、石漠生态系统、湿地生态系统、淡水生态系统、洞穴生态系统等。各个生态系统具有其各自的特点[16], 其所拥有的物种的种类也不同。森林是陆地生态系统的主体, 在全球环境保护与发展中具有不可替代的主体地位。喀斯特森林及其复杂且类型多样, 有连片的大森林, 也有很多片段化的森林[17]。还有石洞、石槽、石沟、石面和土面等多种类型[18], 喀斯特多样化的森林, 使其拥有更多适合于不同物种居住的环境, 所以物种丰富。Xiang 等将广西中亚热带喀斯特区和非喀斯特区两类森林生物多样性进行研究对比, 表明天然的喀斯特森林可以承载很高的生物多样性, 喀斯特森林的物种丰富度(120 种)高于非喀斯特森林(116 种)[19]。在灌丛生态系统和草原生态系统中, 不同的坡向其土壤的理化性质不同, 具有明显的差别, 所以适合生长的植物物种不同[20]。喀斯特石漠化地区的地表基岩大面积出露, 生境中的土壤不连续, 土层浅薄、土壤瘠薄, 从而植被稀疏[21]。湿地生态系统中湿地的类型多种多样[22], 其可以不仅具有天然的多物种, 同时也可以进行人工的改造, 将不同的物种引入适合其生存的环境中, 提高物种多样性。淡水生态系统中, 微藻种类占主导地位, 且丰富度极高[23]。微藻还是主要的光合固碳类群, 不同的微藻群落组成会导致生态系统中的光合固碳能力有差异[24]。在喀斯特地区中, 溶岩洞穴及其发育, 根据所接受的阳光多少分为不同的类型。在洞穴生态系统中, 主要是以动物物种为主, 种类和数量都很多, 物种多样性丰富, 比如蟋蟀、蝙蝠、甲壳虫等动物[25]。

## 5. 喀斯特环境中生物多样性保护的研究

中国的喀斯特地区分布面积广, 生境类型多样, 但是这其中, 石漠化的喀斯特面积居首位, 而且连片裸露的碳酸盐岩面积最大。某些学术界更是将喀斯特环境定为是与沙漠边缘一样的脆弱的环境[26]。由于人类的各种活动, 对自然环境的干扰程度日益增加, 对森林的乱砍滥伐, 过度放牧, 围湖造田过度开垦荒地, 不断猎杀野生动物的资源等, 导致天然的喀斯特环境退化严重[27], 所造成的生态问题不容忽视, 为缓解这一问题的继续恶化, 保护好喀斯特这个自然的生态环境及其生物多样性, 国内学者进行了不少的研究工作。喻理飞等对退化喀斯特森林是如何自然恢复的, 对其恢复过程进行了研究评价, 为挖掘退化植被恢复的潜力以及提高退化植被恢复速度提供了一定的科学理论依据[4]。刘映良从整体出发, 研究喀斯特山地生态系统的退化, 为喀斯特山区退化植被的恢复提供了科学的依据[28]。He 等对中国北方和南方的喀斯特地质环境和喀斯特水资源进行了系统的对比分析, 研究成果有助于岩溶地质资源开发利用和岩溶地质灾害防治的战略规划和决策过程[29]。尤鑫对贵州南部的三州喀斯特地区进行了研究, 通过总结和梳理实践中得到的生态治理经验, 提出了相应的治理模式和具体的措施和经验, 为三州的生态治理和经济发展都指明了方向, 促进该区经济、社会和环境的和谐发展[5]。Xi 等对喀斯特地区石漠化进行研究, 分析了喀斯特地区石漠化时空演变特征, 其得出的结论为石漠化治理提供了科学支撑[30]。除了对退化喀斯特环境进行恢复治理研究外, 还在多个喀斯特地区, 针对不同的环境或者不同的需要受保护的物种建设了相应的自然保护区, 对其进行就地保护[31]。如贵州茂兰喀斯特森林自然保护区、贵州施秉云台

山自然保护区、九寨沟自然保护区等。保护区的建设与管理，对喀斯特地区的生物多样性起到了重要的作用。

## 6. 结语

喀斯特环境因其特殊的生态背景有别于其他的生态环境，中国喀斯特地区面积广阔，生态系统类型多样，各种各样的生态系统使其拥有形式多样的生物栖息地，因此有着及其丰富的生物多样性。在许多喀斯特地区中，其所特有的稀有物种和特有物种都是及其丰富的。但由于喀斯特环境的自身的脆弱性以及人类对自然环境的干扰程度的加深，各种不合理的开发和利用，喀斯特环境中的生物多样性问题日益严重。自然环境不断遭受破坏，植物的种类和数量急剧减少，一些种类的分布范围也逐渐缩小，其中一些已受到严重威胁或已经灭绝，成为群体数量稀少、分布区域狭窄的物种。目前为止，已经对其退化的区域，尤其是石漠化的喀斯特区域，进行了相关的研究，对其恢复实践提供了方案。同时对多个地区采取措施进行了相应的保护，更多的是根据实际情况建设了各种不同规模的自然保护区对其进行就地保护，也取得了一定的成果。还出台了相关的法律或者公约等进行保护。但是这还远远不够，首先在意识形态上，仍然还需继续进一步加强全人类对生物多样性的保护意识。其次在科学研究上，还需要进行更加深入、系统化的研究，在致力于恢复已被破坏或者退化的环境的同时，也要注意对其他尚且完好的区域的保护与监测。不应该只局限于目前的研究与保护，还需要继续采用遥感技术、地理信息系统和电子技术等方法来不断深入地研究，综合研究喀斯特生态系统的多功能综合，对喀斯特环境的生物多样性进行长期定位监测等，只有更加系统的进行多方面的研究，才能更好地保护喀斯特自然生态环境中的物种多样性，同时也是为人类的可持续发展发挥更好的功能和效益。

## 参考文献

- [1] Liu, J.J., Wilson, M., Hu, G., Liu, J.L., Wu, J.G. and Yu, M.J. (2018) How Does Habitat Fragmentation Affect the Biodiversity and Ecosystem Functioning Relationship? *Landscape Ecology*, **33**, 341-352. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0620-5>
- [2] Fahrig, L. (2003) Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **34**, 127-140. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- [3] 韩兴国, 黄建辉, 姜治平. 关键种概念在生物多样性保护中的意义与存在的问题[J]. 植物学通报, 1995, 42(S2): 168-184.
- [4] 喻理飞, 朱守谦, 祝小科, 等. 退化喀斯特森林恢复评价和修复技术[J]. 贵州科学, 2002, 20(1): 7-13.
- [5] 尤鑫. 贵州南部三州喀斯特典型区域生态治理模式研究[J]. 贵州科学, 2016, 34(1): 46-51.
- [6] 张世辉. 鬼斧神工话岩溶——浅谈喀斯特地貌的特征及成因[J]. 中学地理教学参考, 1996(10): 28.
- [7] 李友贵. 关于喀斯特的分类问题[J]. 湖南地质, 1987(4): 78-82.
- [8] Veress, M. (2020) Karst Types and Their Karstification. *Journal of Earth Science*, **31**, 621-634. <https://doi.org/10.1007/s12583-020-1306-x>
- [9] 罗维均, 王世杰, 刘秀明. 喀斯特洞穴系统碳循环的烟囱效应研究现状及展望[J]. 地球科学进展, 2014, 29(12): 1333-1340.
- [10] 容丽, 杨龙. 贵州的生物多样性与喀斯特环境[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2004, 22(4): 1-6.
- [11] 谈洪英. 贵州喀斯特沟谷苔藓植物物种多样性研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2017.
- [12] Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Fonseca, G.A. and Kent, J. (2000) Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature*, **403**, 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- [13] 许为斌, 黄俞淞, 吴望辉, 等. 典型喀斯特区域植物物种多样性研究——以广西中越边境喀斯特地区种子植物为例[J]. 广西科学, 2018, 25(5): 611-619.
- [14] 唐启明, 程夏芳, 韦玉梅. 广西中越边境喀斯特地区叶附生苔类植物物种多样性研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2018, 26(5): 481-489.

- [15] 莫运明, 谢志明, 邹异, 等. 广西底定自然保护区两栖爬行动物物种多样性调查[J]. 四川动物, 2007, 26(2): 344-346.
- [16] 安明态. 喀斯特森林土壤水分和养分格局及其植物物种多样性维持机制研究[D]: [博士学位论文]. 贵阳: 贵州大学, 2019.
- [17] 周游游, 黎树式, 黄天放. 我国喀斯特森林生态系统的特征及其保护利用——以西南地区茂兰、木论、弄岗典型喀斯特森林区为例[J]. 广西师范学院学报(自然科学版), 2003, 20(3): 1-7.
- [18] 龙健, 吴求生, 李娟, 等. 贵州茂兰喀斯特森林不同小生境类型对岩石溶蚀的影响[J]. 土壤学报, 2021, 58(1): 151-161.
- [19] Xiang, W.S., Ding, T., Lv, S.H. and Li, X.K. (2015) Comparative Study on Biodiversity of Two Forest Types in Karst Region and Non-Karst Region in Subtropical Guangxi. *Journal of Resources and Ecology*, **6**, 206-216.
- [20] 黄兴学, 勾昕, 陈勇. 坡向对喀斯特灌丛和草丛生态系统生物量及土壤理化性质的影响[J]. 贵州师范学院学报, 2017, 33(3): 41-47.
- [21] 涂娜, 严友进, 戴全厚, 等. 喀斯特石漠化区典型生境下石生苔藓的固土持水作用[J]. 生态学报, 2021, 41(15): 6203-6214.
- [22] 卢覃晴, 陈科东, 李佳, 等. 喀斯特地貌湿地特色景观的营建——以桂林莲塘生态湿地为例[J]. 广西城镇建设, 2020(2): 68-71.
- [23] Zhuang, Y., Shen, T.M., Li, W., Cheng, W.L., Wang, X.Y., Zhu, M. and Yu, Q.W. (2020) Contribution of Microalgae to Carbon Sequestration in a Natural Karst Wetland Aquatic Ecosystem: An *In-Situ* Mesocosm Study. *Science of the Total Environment*, **768**, 686-697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144387>
- [24] Zhuang, Y., Li, W., Shen, T.M., Wang, X.Y., Zhu, M. and Yu, L.J. (2020) Aquatic Microalgal and Bacterial Communities in a Karst Wetland Watershed. *Journal of Hydrology*, **591**, 434-449. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125573>
- [25] 王剑, 程星, 彭建. 喀斯特洞穴生态系统浅析[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2000, 18(3): 22-25.
- [26] 周运超, 潘根兴. 茂兰森林生态系统对岩溶环境的适应与调节[J]. 中国岩溶, 2001, 20(1): 50-55.
- [27] 喻理飞, 朱守谦, 叶镜中, 等. 人为干扰与喀斯特森林群落退化及评价研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(5): 529-532.
- [28] 刘映良. 喀斯特典型山地退化生态系统植被恢复研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京林业大学, 2005.
- [29] He, K.Q., Jia, Y.Y., Wang, F. and Lu, Y.R. (2011) Overview of Karst Geo-Environments and Karst Water Resources in North and South China. *Environmental Earth Sciences*, **64**, 1865-1873. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-0998-8>
- [30] Xi, H.P., Wang, S.J., Bai, X.Y., Tang, H., Wu, L., Chen, F. and Lou, X.L. (2018) Spatio-Temporal Characteristics of Rocky Desertification in Typical Karst Areas of Southwest China: A Case Study of Puding County, Guizhou Province. *Acta Ecologica Sinica*, **38**, 237-249. <https://doi.org/10.5846/stxb201806011216>
- [31] 黄贤峰, 杨永菊, 武艺, 等. 1990-2017 年喀斯特自然保护区土地利用变化对生境质量的影响[J]. 水土保持通报, 2018, 38(6): 345-351.