

2000—2010 年贵州省环境退化与人口超载时空变化特征分析^{*1}

袁晓冬¹ 马良瑞²

(1 贵州师范大学继续教育学院, 贵州贵阳 550001;

2 贵州师范大学地理与环境科学学院, 贵州贵阳 550001)

【摘要】: 人口超载与环境退化的关系密不可分, 对于地处喀斯特地区, 且人多地少、人地矛盾突出、生态环境极其脆弱的贵州省而言, 人口密度与人类活动强度是喀斯特地区石漠化及一系列环境退化的重要驱动因素。通过利用在 GIS、RS 技术手段支持下的地理空间数据, 结合当地人口数据, 对贵州省 2000 年至 2010 年近十年间环境退化的空间格局和变化进行了时空叠加综合分析, 结果显示近十年贵州省环境退化与人口超载的格局及变化趋势, 并且通过深入的时空对比, 发现研究区具有低等级退化主要由自然环境背景要素驱动、高等级退化主要由人口因素催生的环境演化分化特征。

【关键词】: 环境退化, 人口超载, 时空变化, 贵州省

【中图分类号】: S159 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1003-6563(2017) 02-0007-05

0 引言

环境退化是人类对环境的不合理开发利用, 引起环境系统的结构发生变化, 从而导致自我调节能力下降、功能减退的现象。近年来环境退化、大量森林的消失、工业化和城市化以及自然灾害等造成的全球变暖越来越明显^[1]。中国地域差异明显, 自然环境类型复杂, 很多地区都存在生态系统脆弱等问题, 这些地区只要开发利用不恰当, 就极易呈现出生态失衡。在位于中国西南部地区的贵州省, 地处世界喀斯特发育面积最大地区, 其土地生产力先天低下, 加之沉重的人口负担, 构成一隅复杂的生态环境与极其脆弱的人地生态系统^[2]。近年来, 贵州省频繁发生的水土流失、土地侵蚀和退化、土地石漠化灾害^[2-4]等揭示着该地区也发生了环境/植被退化的典型退化过程, 显现出明确的环境退化特征。

尽管贵州省也是我国近年来实施退耕还林、生态治理和生态文明建设的桥头堡, 局部地区的生态环境随着公民意识的提高、政策的导向、法律法规的健全和环境建设的实施得到了极大的改观。但是, 生态脆弱、人地矛盾剧烈, 全局性的环境退化问题仍然突出。在较小时间尺度上, 排除气候变化、地理地质演化过程、不合理的经济政策和市场因素后, 人口密度和人类活动强度成为引发环境退化恶化的主要驱动因子。

¹ 收稿日期: 2016-11-14; 修回日期: 2016-11-17

基金项目: 国家自然科学基金“亚喀斯特准生态脆弱区自然特征、演替状况与生态”(41161002)。

作者简介: 袁晓冬(1986—), 男, 硕士, 从事应用遥感, 喀斯特地区自然及人文地理的研究等。

在这样的背景下，人口密度的大小，综合地表现了人群对生态环境的影响和作用，从而也间接地反映出人口对资源、环境的压力，因此有必要将人类活动因素即人口超载纳入对贵州省脆弱生态环境退化过程的分析和评估中。这一举措将有助于我们了解人口压力在贵州省环境退化中所造成的影响，尤其是较大较突出的人地矛盾究竟在环境退化中造成了多大程度的影响。

1 数据来源与研究方法

1. 1 人口数据来源与处理

为了解研究区内人口近十年的变化情况，采用分县区人口密度和合理人口容量（150 人/km²）进行对比，得出十年间研究区人口超载率变化数据。其中分县人口数据来自 2000 年和 2010 年贵州省统计年鉴，并采用克里金插值法将其与地理环境数据进行叠加分析，从而可以对研究区近十年环境退化与人口超载变化进行分析。

1. 2 土地利用数据来源与处理

考虑到研究区域的范围、可获取性、价格、应用领域等方面，综合各项因素选择分辨率为 30 m 的免费 TM 影像数据为土地利用数据源，选取 2000 年、2010 年二期 TM 影像，并通过大气校正、正射校正和几何校正，采用 2000 国家大地坐标系、高斯—克里格投影和 1985 国家高程基准，最后将二期数据进行面向对象解译，得到贵州省 2000 年—2010 年土地利用/覆盖数据。

1. 3 石漠化数据来源与处理

借鉴相关学者的研究成果，选取基岩裸露率、坡度、土地覆被、植被覆盖度、岩性五个石漠化提取关键因子^[5-9]，利用 GIS 的叠加分析功能，计算得出研究区 2000 年至 2010 年石漠化格局与变化数据。其中基岩裸露率、土地覆被和植被覆盖度提取自土地利用数据，坡度来自贵州省 DEM 数据，岩性来自贵州省岩性图。

1. 4 环境退化数据综合与处理

造成环境退化的因素十分复杂，研究一个区域的环境退化问题时，需要涉及到大量的指标，当抓住了某个区域环境退化的实质时，该实质下的驱动因素和分类要素便明确且独立。在近年来针对喀斯特区域的环境研究、石漠化研究和环境退化研究的进展下^[10]，研究选取了对该区域生态环境状况起主要作用的石漠化面积比、湿地变化和人口超载率这三个因素，加上下辖基岩裸露率、坡度、土地利用、植被覆盖度、岩性共 8 个要素作为评估指标录入 GIS 数据处理平台来进行研究区环境退化的空间叠加综合分析。

2 贵州省环境退化与人口超载特征分析

2. 1 2000 年—2010 年贵州省人口超载格局及变化特征

贵州岩溶地区山地多，平地少，同时缺少水土，土壤肥力差，农业生态环境脆弱，人口容量很低。脆弱的生态环境，沉重的人口压力，落后的社会生产力和不合理的生产生活方式导致当地陷入“贫困—人口增长—土地退化”的恶性循环^[11]，环境退化严重。在人口压力和政策误导下的毁林开荒是喀斯特地区土地退化的主要人为因素^[12]。贵州省是一个少数民族聚集的地区，长期以来由于历史与民族政策等原因，一些地区在生育上的宽松与限制人口迁移的政策促使下，导致贵州省在近十年来人口增长较快。为了掌握近十年间研究区人口增长情况，以当前生产力水平下的合理人口容量约 150 人/km² 的标准为基准，根据 2000 年、2005 年、2010 年统计年鉴的人口资料得出三个时期的人口密度数据，并最后计算得出研究区近十年来的人口超载率（表 1）。

表1 贵州省人口超载率分县统计表

Tab. 1 Overpopulation rate of Guizhou by county

年份	等级	县名
2000 年	>50%	白云, 西秀, 红花岗, 花溪, 普定, 七星关, 六枝, 平坝, 凯里, 清镇, 仁怀, 黔西, 织金, 乌当, 纳雍, 水城, 盘县, 修文, 思南, 大方, 玉屏, 湄潭, 兴仁, 兴义, 息烽, 金沙, 瓮安, 正安(30)
	30% ~ 50%	贞丰, 沿河, 铜仁, 松桃, 关岭, 习水, 凤冈, 德江, 晴隆, 开阳, 都匀, 印江, 黄平, 桐梓, 镇宁(15)
	0% ~ 30%	三穗, 普安, 绥阳, 赫章, 万山, 安龙, 天柱, 福泉, 余庆, 麻江, 贵定, 石阡, 惠水, 丹寨, 赤水, 威宁, 长顺, 道真, 台江(19)
	<0%	务川, 紫云, 岑巩, 独山, 锦屏, 镇远, 三都, 龙里, 雷山, 江口, 黎平, 罗甸, 平塘, 施秉, 剑河, 榕江, 从江, 望谟, 册亨, 荔波(20)
2010 年	>50%	白云, 红花岗, 花溪, 西秀, 乌当, 凯里, 普定, 毕节, 水城, 清镇, 仁怀, 平坝, 六枝, 纳雍, 织金, 黔西, 兴义, 盘县, 铜仁, 兴仁, 修文, 遵义, 玉屏(24)
	30% ~ 50%	思南, 金沙, 大方, 关岭, 息烽, 湄潭, 贞丰, 威宁, 赫章, 都匀(10)
	0% ~ 30%	瓮安, 晴隆, 沿河, 普安, 德江, 开阳, 松桃, 福泉, 习水, 凤冈, 镇宁, 桐梓, 安龙, 黄平, 三穗, 正安(16)
	<0%	绥阳, 印江, 余庆, 贵定, 万山, 石阡, 惠水, 麻江, 赤水, 丹寨, 长顺, 天柱, 龙里, 三都, 紫云, 务川, 道真, 岑巩, 独山, 镇远, 台江, 锦屏, 雷山, 江口, 从江, 黎平, 榕江, 罗甸, 施秉, 望谟, 剑河, 平塘, 册亨, 荔波(34)

从表1统计数据上看出:贵州省各县的人口超载率在2000年—2010年间大多呈现的是先增后减的趋势,只有贵阳白云区、遵义红花岗区、六盘水市、铜仁市等呈现的是逐渐增加的趋势。从分布图上看,贵州省各县2000年人口超载率大于50%的有30个县、市,主要集中分布在贵阳市、毕节地区的东北大部分地区、遵义地区南部、六盘水地区以及零散分布在经济较发达的安顺市西秀区、凯里、思南、玉屏等县;人口超载率在30%~50%间的有15个县、市,主要分布安顺地区的北部、铜仁地区的北部和东部以及遵义的习水和桐梓;人口超载率在0%~30%间的有19个县、市,且分布较为分散,主要集中在毕节地区的西部、黔南州的中部等。人口超载率小于0%的有20个,则主要集中在贵州南部及东南部。而到了2010年,全省大部分县、市的人口超载率开始有所下降,人口超载率在小于0%间的占了较大比例,其次是30%~50%。从总体上看,2000年人口密度为213人/km²,2010年人口密度为197人/km²。对于150人/km²这一标准,贵州省大部分区域都已经超过这一标准,虽然在

2010 年时，贵州省常住人口开始大量的减少，从而使得贵州省人口压力开始有所减轻，这和贵州省近几年来成为人口输出大省有关，但贵州省仍然存在人口基数大，全省人口低增长率与高增长量并存，人口密度比全国平均水平高出许多，人口问题是贵州省环境退化的突出因素。

2. 2 2000 年— 2010 年贵州省石漠化格局及变化特征

表 2 显示，2010 年石漠化的总面积比 2000 年总体上减少了 3 605. 2 km²，面积比减少了 2. 0%，减少程度并不显著。贵州省石漠化在空间上的分布具有以下规律：石漠化分布范围广，面积大。除成片分布的非喀斯特地区外，整个喀斯特区域均有不同程度的石漠化，尤其是在贵州中部，西部和南部的纯石灰岩和白云岩地区，石漠化呈集中连片分布状态。石漠化类型多样，代表性强。与西南喀斯特分布的省区相比，贵州喀斯特石漠化等级较齐全，从无石漠化到极重度石漠化均有分布；既有喀斯特峡谷与高原石漠化典型区，也有石灰岩与白云岩石漠化典型区，类型复杂，成因多样，代表性强。石漠化空间分布不均，具有西部重、东部轻，南部重、北部较轻的宏观格局。这种格局是在喀斯特环境背景基础下，长期受石漠化驱动因子的强烈作用而形成的——在贵州的西部和南部广泛分布着较纯的碳酸盐岩，受这种地质环境的影响，当地土壤成土周期长，土层薄且贫瘠，土地承载力较低，加之人口众多，密集、频繁的农业活动成为当地贫瘠土地和脆弱生态的沉重负担。此外这个区域内较为温暖湿润的气候环境在全球气候变暖的背景下也为贵州省西南部的喀斯特石漠化的发生和演化朝着“更强更重”的态势发展提供了催化条件。相比之下，贵州省北部分布较多的是非纯碳酸盐岩和非碳酸盐岩，而东部的地质环境则几乎由非碳酸盐岩构成，该地区的土壤条件较西南部更好，发生喀斯特石漠化的风险和石漠化灾害的发育、发生程度相对较低，产业结构较为丰富，当地农民不依赖于传统的劳动密集型农业耕作作为其生活和经济的保障，生态环境的负担相对较轻，人地矛盾相对较轻，因此这个地区石漠化发生的概率和强度较贵州省西南部而言相对更轻。

表 2 石漠化分级特征

Tab. 2 Characteristics and classification of rocky desertification							
年份	等级	极重度	重度	中度	轻度	无	石漠化比例
2000 年	面积/km ²	402.5	3664.7	10 284.6	21 305.0	73 613.7	
	比例/%	0.2	2.1	5.8	12.1	41.8	20.2
2010 年	面积/km ²	487.2	3 707.3	14 273.1	13 626.5	77 176.4	
	比例/%	0.3	2.1	8.1	7.7	43.8	18.2

全省超过三分之一的喀斯特地区已经存在不同程度石漠化问题，从全省石漠化十年变化情况来看，贵州省各地区石漠化演变程度各有差异，石漠化等级增强主要分布在贵州的西部和南部，而贵州东部和北部地区则较多发生石漠化程度降低过程。

2. 3 2000 年— 2010 年贵州省环境退化格局及变化特征

图 1 显示出进行综合叠加分析后，贵州省 2000 年— 2010 年环境退化等级分布情况；表 3 为统计得到的退化等级及相应面积数据。从研究区环境退化的空间分布与时间分布特征来看，环境退化严重地区主要都是分布在喀斯特地区，环境退化的空间分布呈现出东部轻西部重，南部轻北部较重的总体特征。分析导致这一特征分布的原因，可以发现其和研究区的自然本底条件与人类活动有着密切的联系。从研究区的自然本底条件上看，研究区只有非碳酸盐岩分布的黔东南、黔西南望谟等县部分地区、北部赤水及习水一部分、梵净山区等为非喀斯特地区，这部分地区的分化壳较厚，植被覆盖较好，水土流失较轻，无明显石漠化现象，使得这部分地区的生态环境保存较为完善，环境退化问题较不突出；而碳酸盐岩分布的六盘水市、黔南州、安顺市、黔西南州、毕节地区为典型的喀斯特地区，这些地区由于喀斯特发育，生境具有干旱、富钙和缺土、多石等特性，致使植

物生长缓慢，植被的结构和覆盖度一般较差，而且植被一旦遭到破坏，生境急剧恶化，形成植被进一步退化的恶性循环；植被的丧失又导致土壤侵蚀的加剧，从而使环境退化更加严重并不断扩大。建国后贵州省经济的发展、医疗卫生条件的改善等因素促使人口激增，为了支撑大量增加的人口，农民开始陡坡耕作或开垦原始草地与林地，使研究区内的植被遭到严重破坏，地面失去了植被的保护，导致水土流失严重，进而又引起土地的贫瘠与石漠化，之后农民又开始对新的土地进行开垦。这些人类活动叠加在脆弱的喀斯特自然本底上，造成的破坏则更为突出与明显。所以研究区的植被生态环境呈现出这样的背景特征：在人口密度高的地区（如西部地区），由于人为活动的强度大，到处呈现森林覆盖率低，荒山秃岭、石漠化景观随处可见，环境退化问题显著且突出；而在人口密度小的地区（如黔东南地区）则呈现森林覆盖率较高、石漠化极轻，环境退化问题不显著的山清水秀景观。

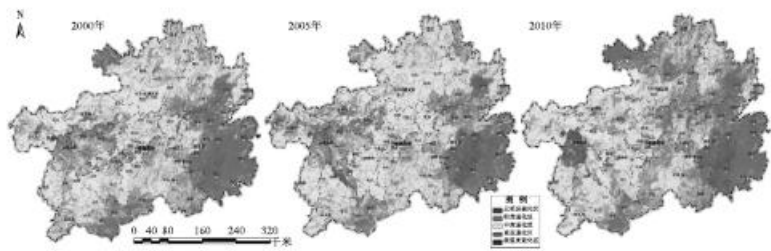


图1 贵州省2000年-2010年环境退化等级分布图
Fig.1 Distribution of environment degradation level in Guizhou from 2000 to 2010

表3 贵州省2000年-2010年环境退化等级及面积数据
Tab.3 Environment degradation level and area in Guizhou from 2000 to 2010

状态	年份	等级	无明显退化	轻度退化	中度退化	重度退化	极重度退化
现状	2000	面积/km ²	280.24	56 777.67	100 165.23	18 801.08	62.53
		比例/%	0.16	32.24	56.88	10.68	0.04
	2010	面积/km ²	1160.20	75 511.12	86 596.85	12 765.37	53.21
		比例/%	0.66	42.88	49.18	7.25	0.03
变化	2000-2010	面积/km ²	879.96	18 733.45	-13 568.37	-6 035.71	-9.33
		比例/%	0.50	10.64	-7.71	-3.43	-0.01

在呈现出东部轻西部重，南部轻北部较重的植被生态背景前提下，低等级的环境退化主要分布在非喀斯特地区和喀斯特地区生态环境较为完整的地区，如黔东南、黔南荔波、铜仁梵净山、赤水河流域；高等级的环境退化则主要分布在喀斯特的大部分地区和非喀斯特地区人地矛盾突出的地区，如六盘水、安顺地区，毕节地区、铜仁地区等；环境退化最严重地区则主要是集中在六盘水地区的水城县，安顺地区的关岭县和紫云县，黔西南地区的晴隆县、贞丰县和册亨县东部地区，毕节地区的纳雍县、织金县、大方县和威宁县。2000年，研究区环境退化严重区主要集中在以贵阳市、毕节市、六盘水市和关岭县为包围圈的范围

内，并零散分布在兴义市、铜仁地区的沿河和思南县、遵义地区的正安县、黔东南的凯里市等地区；环境退化轻度地区主要集

中在黔东南大部分地区，赤水县，黔西南的册亨县南部、望谟县南部，黔南的罗甸县南部、荔波等地区。贵州省 2010 年的环境退化问题有所缓解，毕节地区和安顺地区的高等级环境退化有较多的转换成了中度退化，遵义地区和铜仁地区的高等级退化则大部分转换成了中度退化，甚至是无明显退化。2010 年环境退化较为严重的地区主要是集中在六盘水市地区，毕节和安顺的局部地区，贵阳的周边地区。无明显退化和轻度退化区则主要占据了贵州的南部、东部和东北部地区。以遵义市、贵阳市和兴义市的连线为分界线，界线以东主要分布无明显和轻度退化，界线以北则主要分布中度以上退化区。

3 结论

通过在 GIS、RS 技术手段支持下的地理空间数据，结合当地人口数据，对贵州省 2000 年至 2010 年近十年间环境退化的空间格局和变化进行了时空叠加综合分析，研究不仅夯实了人口密度及人类活动强度高低与周遭环境水平呈反比关系的理论基础——贵州省近十年间人口密度的变化与环境退化变化和趋势正是该理论下的一系列现实典型案例，并且通过深入的时空对比分析研究，还发现了贵州省近十年间低等级退化的发生主要由自然环境背景要素驱动，而高等级退化的驱动主要由人口因素催生，丰富、延展了我们对于不同强度下的人口和人类活动对于环境退化的影响机制和过程的理解。同时，针对贵州省的环境监测与退化评估、环境与人口/人类活动管理，未来的退化修复研究具有一定的参考价值。

参考文献【REFERENCES】

[1] WANG H, ZHOU X L, WAN C G, et al. Eco-environmental degradation in the northeastern margin of the Qinghai Tibetan Plateau and comprehensive ecological protection planning [J]. Environmental Geology, 2008, 55(5) : 1135-1147.

[2] 杨明德, 毛健全, 杨汉奎. 贵州喀斯特环境与经济发展的初步探讨 [M] //贵州省环境科学学会. 贵州喀斯特环境研究. 贵阳: 贵州人民出版社, 1988: 1-9.

[3] 杨胜天, 朱启疆. 贵州典型喀斯特环境退化与自然恢复速率 [J]. 地理学报, 2000, 55(4) : 459-466.

YANG S T, ZHU Q J. The rate of environmental degradation and natural rehabilitation in typical Karst area of Guizhou [J]. Acta Geographica sinica, 2000, 55(4) : 459-466.

[4] LUO J, WANG K L, CHEN H S, et al. Sensitivity of water and soil loss of northwest karst area in Guangxi province [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2009, 18:579-584.

[5] 李瑞玲, 王世杰, 熊康宁, 等. 喀斯特石漠化评价指标体系探讨——以贵州省为例 [J]. 热带地理, 2004, 24(4) :145-149.

LI R L, WANG S J, XIONG K N, et al. A study on rocky desertification evaluation index system—a case study of Guizhou province [J]. Tropical Geography, 2004, 24(4) : 145-149.

[6] 彭建, 蔡运龙, 王秀春. 基于景观生态学的喀斯特生态脆弱区土地利用/覆被变化评价——以贵州猫跳河流域为例 [J]. 中国岩溶, 2007, 26(2) : 137-143.

PENG J, CAI Y L, WANG X C. Assessment on land use /cover change in karst areas based on landscapeecology—A case study at Maotiaohe river basin, Guizhou, China [J]. Carsologica Sinica, 2007, 26(2) : 137-143.

[7] 张明阳, 王克林, 刘会玉, 等. 喀斯特生态系统服务价值时空分异及其与环境因子的关系 [J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(1) : 189-197.

ZHANG M Y , WANG K L, LIU H Y, et al. Spatio-temporal variation of karst ecosystem service value and its correlation with ambient environmental factors [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2010, 18(1) : 189-197.

[8] FAN F D, WANG K L, XIONG Y, et al. Assessment and spatial distribution of water and soil loss in karst regions, southwest China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31: 6353-6362.

[9] OWUSU A B. Analysis of desertification in the upper East Region(UER) of Ghana Using Remote Sensing, Field study, and local knowledge [J]. University of Toronto, 2013, 48(1) :22-37.

[10] LIU Y S, GAO J, YANG Y F. A holistic approach towards assessment of severity of land degradation along the Great Wall in northern Shaanxi Province, China [J]. Environmental monitoring and assessment, 2003, 82(1) : 187-202.

[11] 蔡运龙. 中国西南岩溶石山贫困地区的生态重建 [J]. 地球科学进展, 1996, 11(6) : 602-606.

CAI Y L. Preliminary research on ecological reconstruction in Karst mountain poverty areas of southwest China [J]. Advances in Earth Science, 1996, 11(6) : 602-606.

[12] 万军. 贵州省喀斯特地区土地退化与生态重建研究进展 [J]. 地球科学进展, 2003, 18(3) : 447-453.

WANG J. Land degradation and ecological rehabilitation in Karst areas of Guizhou province, southwwastern China [J]. Advances in Earth Science, 2003, 18(3) : 447-453.