文章编号: 1000-694X(2004)06-0689-07

关于喀斯特石漠和石漠化概念的讨论

李阳兵[1,2], 王世杰[1], 容 丽[1,2]

(1. 中国科学院 地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002; 2. 贵州师范大学 地理与生物科学学院, 贵州 贵阳 550001)

摘 要: 喀斯特石漠化是近年来所认识到的一种地质生态灾害, 所造成的经济、环境乃至社会影响越来越大, 受到国家的广泛关注, 但却存在生态建设超前、基础研究落后的严峻现实。本文总结了当前石漠化的类型划分和存在问题, 从喀斯特生态系统运行的地学过程、生物学过程和人为过程出发, 提出石漠化过程存在地质石漠化过程、生态系统石漠化过程和人为加速石漠化过程, 对不同类型的石漠化宜分别采取保护、恢复、重建、维持措施。石漠和石漠化表达的时空范畴不同, 是石漠化这一土地退化过程的最后或顶极结果, 自然条件下其形成多与地表坡度较大有关, 而人为加速石漠化过程中石漠化土地空间分布与地形坡度、地貌部位并无直接联系。建议以"干扰方式+植被+土壤+地貌"对人为加速石漠化过程导致的石漠化土地进行类型划分, 评价的土地应分为非石漠化土地、石漠化土地和逆转优化的"基准化"土地。

关键词: 石漠; 石漠化; 人为加速作用

中图分类号: P931.5 文献标识码: A

1 喀斯特石漠化的研究现状

1.1 石漠化概念的衍变

石漠化灾害的概念最早于 20 世纪 80 年代初期提出[1,2]。袁道先(1995—1999 年)采用石漠化(Rock desertification)概念[3], 杨汉奎采用喀斯特荒漠化(Karst desertification)概念[4], 用来表征植被、土壤覆盖的喀斯特地区转变为岩石裸露喀斯特景观的过程, 并指出石漠化是中国南方亚热带喀斯特地区严峻的生态问题, 导致了喀斯特风化残积层土迅速贫瘠化, 是我国四大地质-生态灾难中最难整治、最难摆脱贫困的地区。

目前关于石漠化的定义可归纳为: ①石漠化是一种退化土地或土地退化现象[5,6]; ②石漠化是一种土地退化过程, 所形成的土地称为石漠化土地[7,8]。喀斯特石漠化是土地荒漠化的主要类型, 以脆弱的生态地质环境为基础, 以强烈的人类活动为驱动力, 以土地生产力退化为本质, 以出现类似荒漠景观为标志。上述定义尽管认识到土地退化是石漠化的本质, 但由于注重对石漠化地表形态和景观变化的描述, 忽视了石漠化的生态退化过程, 即土地系统功能的退化。首先石漠化过程与石漠景观没有必然联系, 在西南亚热带季风气候条件下, 只要人为干扰不超出一定范围, 自然条件下不可能形成大范围的类荒漠景观; 而且自然形成的裸岩景观如冰川刨蚀形成的裸岩地和人为活动如陡坡开垦造成表土冲刷致基岩裸露的石质坡地成因明显不同, 后者才能称之为石漠化[9]。不同土地利用类型的石漠化表现形式有所不同, 并非所有的石漠化过程均使土地出现类似荒漠的景观。因此, 忽视由石漠化引起的喀斯特生态系统生态过程的变化, 是难以刻划不同石漠化类型的共同本质的。

1.2 喀斯特石漠化的类型划分

1.2.1 按石漠化严重程度划分

在目前的实际工作中往往将石漠化等同于基岩裸露, 或将岩石裸露所占面积达 70%以上的地带划分为石漠化地区[10], 裸露的碳酸盐岩面积小于 50%的地区为无明显石漠化区[11]。在石漠化评价指标选择和石漠化强度与等级的划分等方面尚缺乏深入研究, 仅从地表形态根据基岩裸露面积、土被面积、坡度、植被加土被面积、平均土厚将石漠化强度分为无明显石漠化、潜在石漠化、轻度石漠化、中度石漠

收稿日期: 2003-08-22; 改回日期: 2003-11-04
基金项目: 国家自然科学基金项目(49833002; 90202003)资助
作者简介: 李阳兵(1968—), 男(汉族), 重庆潼南人, 博士后, 主要研究方向为土地资源与生态环境治理。E-mail: li-yapin@sohu.com

化、强度石漠化、极强度石漠化，轻度以上石漠化面积占贵州全省土地面积的 20.39%[9]；或根据裸岩面积百分比、现代沟谷面积比、植被覆盖率、地表景观特征(裸岩出露方式)、土地生产力下降率将石漠化程度分为轻度、中度、强度，石漠化土地占全省土地面积的 7.9%[12]。但裸岩率高低并不总是代表石漠化程度的强弱，只有在高裸岩率、低生物量情况下才具有强度石漠化[13]，因此，石漠化研究中，既要重视岩石裸露率，更要重视植被变化特别是生产力的变化，重视这种变化的形成原因。

1.2.2 按发生地貌类型划分

石漠化土地主要分布在长江上游的金沙江、乌江流域和珠江上游的红水河、南北盘江、左江、右江流域以及国际河流红河、澜沧江、怒江流域，地理位置特殊。以贵州为例，强度石漠化集中分布于水城—安顺—惠水—平塘一线及其以南地区，中度石漠化和轻度石漠化亦连片分布于这一线附近及其西南地区，在毕节地区和黔中分布也较广，在黔东北和黔北则为零星分布(也与灰岩与碎屑岩互层组合有关)。即石漠化分布在古溶原解体、构造活动强烈的河流上游及河谷地带的典型峰丛山区、深切峡谷区，其次是溶蚀丘陵区等碳酸盐岩连续分布区。石漠化发生的微地貌类型可分为峰林溶原石漠化组合模式，峰丛洼地、峰林谷地石漠化组合模式，峰丛峡谷石漠化组合模式[14]。

1.2.3 按岩性类型划分

按岩性可分为纯质灰岩、白云岩石漠化区，碳酸盐岩层与非碳酸盐类岩层互层、间层石漠化；其中纯质灰岩区形成仅有稀疏的藤刺灌丛覆盖的石海，白云质灰岩区形成稀疏植被覆盖的坟丘式荒原。石漠化与岩性具有明显的相关性，强度石漠化主要分布在纯质碳酸盐岩地区，尤其是纯质灰岩地区；中度石漠化在白云岩组合中的发生比例较灰岩组合中高；轻度石漠化在碳酸盐岩与碎屑岩夹层和互层中分布较广；石漠化与纯碳酸盐岩相关关系最明显[15]。

1.3 问题的提出

综上所述，对石漠化概念已有明确认识，但主要集中在石漠化现象描述和石漠化现状分布方面，尽管已认识到石漠化以强烈的人类活动为驱动力，但石漠化分类评价中并没有考虑到土地利用这一主要影响因子，也没有区分自然因素的差异；有关石漠化的监测数据因人因机构有别，已有的石漠化恢复和治理技术难以推广。究其原因在于缺乏对喀斯特生态系统演变过程的全面了解，在于对西南喀斯特山地石漠化形成类型与演变机制概念不清所致。本文试图从喀斯特生态系统运行的地学过程、生物学过程和人为过程探讨石漠化的本质。

2 喀斯特石漠与石漠化

2.1 喀斯特生态系统演替的特点

2.1.1 地学过程

喀斯特地区基岩的大范围裸露主要受碳酸盐岩风化成土方式、土壤丢失和岩溶发育阶段控制，石漠化的形成有其深刻的自然背景。

喀斯特区成土速率极慢，若考虑地表的自然剥蚀率，成土速率更低，土壤允许侵蚀量远小于非喀斯特区，实际上碳酸盐岩石山荒漠化区域表层土粒处于负增长状态[16]。除此之外，在地下水以垂直作用方式为主的地区会出现“土壤丢失”现象。喀斯特区的“土壤丢失”与通常意义上的水土流失并不相同，不需要远距离的物理冲刷就从地表消失，导致溶蚀残余物质或地表原有的风化壳转入近地表岩溶裂隙，从根本上制约了地表残余物质的长时间积累和连续风化壳的持续发展[17]。常常导致基岩的大范围出露，典型的形成石林地貌，在我国已发现的此类表层喀斯特，主要分布在北纬 25°~26°的热带亚热带地区，在国外也有分布。

喀斯特生态系统受控于地貌水文过程。山盆期地面保存较好的喀斯特区，在地下水埋深、流速、运动方向、水力坡降等方面与乌江期地貌发育典型的喀斯特区有着巨大差异。乌江期地貌更加发育的地区，则不利于森林的生长[18]，说明喀斯特生态系统结构受喀斯特表层水文结构的影响是很大的，并非喀斯特石漠化地区一经封山便可恢复森林。喀斯特洼地是地表凹下的负地形，且多呈封闭状态，地表汇流或河川通过洼地落水洞(漏斗)径流，将灰岩风化的粘性土冲入伏流，导致洼地石芽溶沟遍生的石漠化景观出现，形成洼地石漠化区。同时，在坡度较大的地表(极端情况如悬崖峭壁)，水土难以保持，尽管不受人为干扰，往往形成连片的基岩裸露。我国明代地理旅行家徐霞客(1586—1641)对一些裸露的喀斯特坡体也进行过描述。

2.1.2 生物学过程

尽管灰岩出露后随生物量增长和土壤形成，形成以生物活动和土壤媒体过程为主导的喀斯特生态系统[19]，但喀斯特生态系统普遍具有生境基岩裸

露、土体浅薄、水分下渗严重、生境保水性差、基质以及土壤和水等环境富钙的生态特征[20]，对植物种类成分有强烈的选择性：喜钙性、耐旱性及石生性的植物种群；具发达而强壮的根系，能攀附岩石、穿窜裂隙，在裂隙水、土壤水、皮下水中求得水分、养分的补充。限于严酷的石灰岩山地条件，树木胸径、树高的生长速率慢，绝对生长量小，生长量稳定、波动较小，种间、个体间生长过程差异较大[21]。喀斯特生态系统的土壤、水文过程决定了生物学过程中植被-土壤双层结构不发育，只有植被单层结构，如以石面、石沟、石缝面积的比例代表岩石的裸露率，茂兰喀斯特森林小生境岩石裸露率为 42.51%～98.05%，平均为 89.86%，石面石沟型和石面型是研究地区最普遍的组合类型[22]，说明喀斯特山地存在“无土栽培”的特点[23]。喀斯特生态系统岩石裸露率极高，无土或基本无土，然而植被覆盖率高，甚至有结构较为复杂的森林覆盖；但相对高的植被盖度，并不总意味着土地退化弱，反映了喀斯特生态系统中土壤、植被的差异演替和差异退化的特点。

2.1.3　人为过程

地形崎岖、交通与通讯不便、经济落后、地区封闭等客观因素和大多数社会成员脱贫致富愿望的矛盾，使人们自觉或不自觉地过分开采与掠夺土地资源，来维持不断增长的人口和生活水平需要，使喀斯特山区的生态系统遭到严重破坏，导致生态破坏与贫困恶性循环，最终使居住条件越来越恶化，耕地更加分散、贫瘠。但不可否认的是，历史和政策的失误对于喀斯特石漠化问题的严重性负有不可推卸的责任[24]。历史上贵州先后遭到四次较大规模的生态破坏：第一次是在 20 年代到 40 年代的战争时期；第二次是在 50 年代末，“大炼钢铁”高潮使大片原始林、次生林毁于一旦；第三次是在“文革”期间，“以粮为纲”，大搞开山造田，大肆砍伐林木；第四次在 70 年代末至 80 年代初，由于农村经济体制变动，有关配套措施没有及时跟上，又使林木遭到严重破坏。近几年进行的“村村通公路”工程，由于资金不足和技术监督管理不到位等原因，基本上没有采取防止水土流失的措施，致使这成百上千条乡间公路成为造成水土流失和加剧石漠化灾害的根源。在修建大型的基本建设项目时，一些建设单位为了取材方便，没有对石山环境保护多加考虑，随意开采，也使石山地区的环境破坏严重。

2.2　喀斯特生态系统的退化过程

2.2.1　地质尺度石漠化过程

喀斯特山地表层土粒处于负增长状态，这是一种自然石漠化过程。在不同的岩溶生境和不同的地貌部位均发生作用，在坡度较大、表层岩溶结构含水性能较差的正地貌形成连片的基岩裸露；在洼地的消水洞周围往往也形成大片的裸露基岩。这种自然石漠化过程的结果形成的土地类型定义为石漠化土地，是地质时期自然环境演变的结果，以基岩大面积裸露为特征，它是一种地貌景观或实体，系亚热带湿热环境下喀斯特地区生态系统特殊的生态过程形成特有的土地类型，土石按一定比例交互存在于石灰岩山丘里，在溶沟、溶隙与岩溶洼地里，有不同厚薄的土壤存在，在突起部分多裸岩分布。从时间上看，这种自然石漠化过程主要在地质历史时期起作用，称地质尺度石漠化。

2.2.2　生态系统石漠化过程

喀斯特生态系统的生物学过程决定了在长期的演化过程中，形成无土或土层极为浅薄但发育较好的森林，喀斯特生态系统具有植被低生产力特点、石生特点和喀斯特生态系统土壤允许侵蚀量低、土壤强烈分配不均特点，喀斯特森林是一种很典型的地形－土壤演替顶极，其属性取决于坡度、坡位、坡向、土层厚度、土壤水分等，水分条件是限制因子[25]，土壤条件对喀斯特森林群落生物量的控制作用，远大于气候条件[26]。在喀斯特地区森林严重破坏之后，如果附近没有种源存在，要想依靠土壤种子库中的种子来恢复森林植被是很困难的，只能恢复成草坡或早期灌丛植被[27]。即喀斯特生态系统的地表单层结构脆弱性特点决定了喀斯特生态系统有潜在石漠化的趋势，可称之为潜在石漠化或生态系统石漠化。

2.2.3　人为加速石漠化过程

主要发生在斜坡、陡坡地带，包括①山区有林地经砍伐退化为灌丛草地，进一步砍伐退化为荒草坡；②山区有林地经毁林开荒变成坡耕地，经水土流失石漠化；③坡耕地经水土流失石漠化。这是一种与脆弱生态地质背景和人类活动相关联的土地退化过程，可以认为强烈的岩溶化过程为其产生的主要自然原因，人类对生态的破坏和土地的不合理利用为激发石漠化过程的主要人为因素[28]，故定义为人为加速石漠化。人为加速石漠化存在两种类型：①石灰岩区失去植被裸露石灰岩；②白云岩地区失去林木后，山体上仅有很薄的粗砂性土壤，只生长植株矮小的草被，远看是光秃秃的荒山。人为加速石漠化如发展到顶极，则形成大片裸露的基岩，但其不一定

与裸露的大面积基岩相关联。不同的利用方式，植被、土壤与地表状况的差异退化过程是不一样的。

2.3 石漠与石漠化

综上所述，我们认为喀斯特生态系统存在不同性质的石漠化过程和石漠化类型。三种不同类型的石漠化都强调岩溶地质背景对生态过程的限制作用，但其主要的成因机制是不一样的。地质尺度石漠化主要受地学过程控制，具有区域性，受控于地貌发育阶段和岩性类型；生态系统石漠化受地学过程和生物学过程的共同作用，但生物学过程是主要的；人为加速石漠化受地学过程、生物学过程和人为过程的共同作用，其发生、发展过程实际上就是人为活动破坏生态平衡，生态系统质和量逆转，导致地表覆盖度减低的土壤侵蚀过程：人为因素→林退、草毁(陡坡开荒等)→土壤侵蚀→耕地减少→石山、半石山裸露→土壤侵蚀→完全石漠化的逆向发展模式，即人为过程→生物学过程→加速的地学过程，通过不合理的人为干扰破坏植被，更加突出以加速土壤侵蚀为主的地学过程。地质尺度石漠化和生态系统石漠化在现代相同的地质背景和气候条件下，是不可能自然扩展和收缩的，相对于人类社会是极为缓慢的，也是不可能达到石漠景观阶段的。石漠化土地的扩展主要受控于人类经济活动，一般在消除人为干扰或调整土地利用结构后，可恢复到原有的自然景观或生产力水平，特别在采取治理措施后可加速其恢复过程。

需要强调指出的是，石漠和石漠化表达的时空范畴不同，石漠是喀斯特山地客观存在的一种难利用土地类型，是石漠化这一土地退化过程的最后或顶极结果，自然条件下其形成多与地表坡度较大有关，而人为加速石漠化过程中石漠化土地空间分布与地形坡度、地貌部位并无直接联系。石漠化是喀斯特生态系统的一种生态过程，是指发生在历史时期主要由人类活动所导致的一种使环境向荒漠演变的退化过程，主要指人为加速石漠化；石漠化土地不包括纯粹由自然因素形成的原生石漠或类荒漠景观。在地质石漠化和生态系统石漠化较强的区域，人为加速石漠化更易发生；但人为加速石漠化较强的区域并不等同于石漠。贵州土壤侵蚀与喀斯特石漠化两者的极强度、强度区域分布明显错位，土壤侵蚀极强烈和强烈区主要分布于六盘水、毕节地区、正安和乌江下游的沿河、德江等地，石漠化极强度、强度区主要集中于六盘水、安顺市、黔西南州和黔南州的偏南地区，从石漠和石漠化的角度也就不难理解。

3 讨论

3.1 关于石漠化的类型划分

现在南方湿润喀斯特区所发生的石漠化应主要指人为加速石漠化，因此，建议按土地利用方式和土地类型划分石漠化类型。直接对喀斯特生态系统的不合理人为干扰方式包括毁林开垦、陡坡垦殖、粗放耕作方式、过度樵采、烧灰积肥、荒坡放牧、采矿和基建工程，按土地类型可分森林退化、草地退化、耕地退化后形成的石漠化土地和工矿型石漠化土地；不同的土地利用方式对不同土地利用类型的干扰效应和干扰过程是不一样的，最终表现在恢复方式和恢复难度的差异上，目前这方面的研究相对不足。建议以“干扰方式＋植被＋土壤＋地貌”对人为加速石漠化过程中石漠化土地进行类型划分，既体现了石漠化的过程，又反映了石漠化现状退化程度。

3.2 关于石漠化评价的几个问题

3.2.1 评价状况还是评价过程

目前确认的石漠化是相对于基准的土地退化过程，指的是人为加速石漠化，则石漠化的发生与否只能从土地利用变化过程中才能判断，因此，评价指标必须展示过程。但迄今所见大多数指标都是石漠化土地在某一时段的状况而不是过程，不可能判断是否具有石漠环境条件的强化与扩张过程。基准的确定大致有历史资料法、气候模型法、相对基准法和人工恢复基准等[29]，西南岩溶山地可尝试用建国初的50年代和改革开放前的70年代后期作为生态环境的两个主要基准年代，评价和监测石漠化的发生程度。通过与生态基准断面的比较，评价的土地应分为非石漠化土地、石漠化土地和逆转优化的“基准化”土地。西南岩溶山地系统存在着地貌系统的分异、气候系统的分异、森林植被系统的分异、社会经济系统的分异，不同地域系统应有自己相对的生态基准。

3.2.2 石漠化评价的空间尺度效应

在一定的区域内各地块有各自的作用和功能，它们在一定的结构中共同作用，以实现区域土地利用的可持续性。以各种土地按一定结构组成的区域而不是地块作为土地利用可持续性评价的对象才是合理的。而石漠化的发展与演化深受空间尺度的影响，不同尺度石漠化过程的主导影响因素是变化的，

不同空间尺度的石漠化过程及其环境效应和发展趋势也有所差异。不同空间尺度的石漠化评价应有不同的评价指标和标准，它们共同组成石漠化的评价指标体系：①生态系统尺度，以其功能来衡量，指标包括生物生产力、水土保持力、生物多样性等；②景观尺度，指标包括植被（土被）覆盖率、岩石裸露率、异质性斑块动态变化过程等；③区域尺度，考虑自然-社会-经济复合生态系统，包括生态环境指标、经济水平指标、社会压力指标。小流域尺度作为石漠化评价的最佳尺度。

3.2.3　现代石漠化过程的监测与评估

在石漠化遥感解译中，一种是以石灰岩波谱特性和热性质参数为基础，直接从 TM 像元亮度（或灰度）数据中提取石漠化影像信息的方案；另一种是以植被波谱影像模型和图论为基础，通过对出露石灰岩区域集合与植被覆盖区集合域的图形关系进行逻辑运算，间接提取出裸露石灰岩分布区域的整体图形信息（即边界线信息）的方案[30]。这种解译模式根据基岩裸露、土被、坡度、平均土厚等来划分石漠化程度，根据遥感影像特征来解译石漠化面积，区分不了地质尺度石漠化、生态系统石漠化和人为加速石漠化；换句话说，不能准确划分非石漠化土地、石漠化土地和逆转优化的“基准化土地”。目前的石漠化解译加大了强度石漠化、极强度石漠化土地的面积，导致对石漠化成因的误判。通过典型石漠化类型的多时相石漠化光谱数据与动态的社会经济信息相配合，在一定程度上能解决这一问题。

3.2.4　景观格局在石漠化评价中的应用

在生态演替和干扰的共同控制下，景观生态过程极为活跃，景观格局的变化也十分复杂，很难直观地把握景观要素空间分布的总体趋势和规律。景观空间格局分析是景观生态学的核心问题，对于宏观区域生态环境状况评价及发展趋势分析，都是十分有效的手段[31]。石漠化形成的主要特征是岩石裸露率的提高，然而野外观测表明，景观格局与石漠化过程密切相关，较高岩石裸露率情况下，不同小生境的组合类型并不相同，相应的生境严酷程度也不相同，导致石漠化地段植被恢复的困难程度亦异，很值得进一步研究。景观格局分析不仅强调面积，而且还考虑所研究石漠化土地的空间分布特征（格局）、景观组成特点与石漠化过程的关系和对石漠化的影响，所以在石漠化程度判定和石漠化指征的研究中景观格局是一个不可忽视的问题。目前，由于石漠化研究中景观格局分析很少，所以还不能在石漠化程度判定中建立起一个数量化的格局权重判定指标，但是，随着在石漠化研究中对景观格局的重视和深入系统的研究，将对石漠化指征的确定和石漠化指标体系的研究产生深远的影响，为建立更为完整的石漠化评价指标体系提供理论依据。

3.3　关于不同类型石漠化生态恢复途径问题

受损生态系统因管理对策的不同，可能有以下四种结果：①恢复到它原来的状态；②重新获得一个既包括原来特性，又包括对人类有益的新特性状态；③由于管理技术的使用，形成一种改进和原来不同的状态；④因适宜条件不断损失的结果，保持受损状态[32]。对不同类型的石漠化宜分别采取保护、恢复、重建、维持等相应措施。地质尺度石漠化，生态系统失去自我调节能力，环境退化到原生裸地状态，丧失了原有的生命支持力。在这种立地条件下，植被的恢复重建将是极其困难的，甚至是不可能的。因此，地质尺度石漠化并不需要恢复或重建，只要停止一切人为的干扰活动，让植被与群落自我维持、衍生与发展。对生态系统石漠化则以保护为主，不进行人为干扰就是最好的措施，过分强调人工措施反而会加重生境的破坏。对于人为加速石漠化，则根据“等级区位”实行阶梯式还林退耕、辐射式生态重建；根据生态系统的退化程度分别采取恢复、重建措施。把恢复定位在修复被破坏的或功能受阻的生态功能和特征上，恢复不一定恢复到系统所具有的原始状态，只要恢复到某一个中间比较稳定的状态即可。对人为加速石漠化严重的区域，原来的植被与其周围环境的平衡关系不复存在，必须选择新的植被类型以适应新的变化了的环境条件，重新构筑与现实生态状况相协调的生态系统结构，而不一定追求与原生状态相一致的恢复方式，大幅度提高景观系统的总体生产力和稳定性，将人类活动对于景观演化的影响导入正向的良性循环[33]。

4　结语

可以从以下几方面理解人为加速石漠化过程：

（1）从时间尺度上说，石漠化应发生在人类活动较强的历史时期，喀斯特石漠化实质是人为荒漠化。

（2）空间尺度上说，石漠化发生在亚热带喀斯特地区人类活动干扰植被的范围，主要发生在坡耕地。

（3）从起因上看，在潜在的自然因素基础上，应

当主要由人类活动所致，其发展趋势决定于人地关系协调与否；但其逆转和自我恢复的可能性大小及其时间进程的长短，则受不同的自然条件（地形、坡度及水热条件配合）及人为活动强度大小的影响。

（4）从景观上看，这一过程既有渐变也有突变，植被退化、土壤退化、地表状况恶化三者退化与恢复的速度并不一样，裸岩率高低并不总是代表石漠化程度的强弱。

（5）从本质上看，石漠化是指土地生产力退化，与石漠的形成和扩张过程是有区别的。因此，仅注重地表形态的变化，而忽视石漠化引起的土地系统生态学过程的变化，是难以刻划不同荒漠化类型的共同本质的。

（6）植被破坏与土壤侵蚀是石漠化最直接的影响因素，石漠化地区现阶段土壤侵蚀强度较小，但其土壤侵蚀程度是严重的，不能笼统认为土壤侵蚀与石漠化的相关性较小。

（7）从土地利用的角度对石漠化进行分类与评价，并以此来划分石漠化土地类型，将有助于石漠化分类评价指标体系的建立和石漠化土地类型的判定。

正确认识石漠化概念，注意区分石漠和石漠化，地质尺度石漠化、生态系统石漠化、人为加速石漠化，对以后的研究是非常必要的，否则，对西南岩溶山地的石漠化研究最终会陷入一种困境，这无论对于石漠化的治理，还是对生态脆弱带的经济开发和可持续发展都将带来错误的理论指导。石漠化研究要加强过程的研究尤其是人为加速石漠化过程研究，从土地利用结构和景观生态格局角度分析石漠化的形成发展过程，揭示石漠化的自然社会规律和动力学机制。

参考文献（References）：

[1] Williams P W. Environmental change and human impact on karst terrains: An introduction[J]. *Catena*, 1993 (Suppl. 25): 1－19.

[2] 袁道先. 袁道先院士 1981 年在美国科技促进年会（AAAS）上的学术报告[R]. 1981.

[3] Yuan Daoxian . Rock desertification in the subtropical karst of south China[A]. In: Webmaster. Copyrights by Karst Dynamics Laboratory and Network Center of Guangxi Normal University, 1995－1999[C]. http://www.karst.edu.cn/desert/rockdesert.htm.

[4] 杨汉奎. 喀斯特荒漠化是一种地质生态灾难[J]. 海洋地质与第四纪地质, 1995, 15(3): 137－147.

[5] 周政贤, 毛志忠, 喻理飞. 贵州石漠化退化土地及植被恢复模式[J]. 贵州科学, 2002, 20(1): 1－6.

[6] 张殿发, 王世杰, 周德全. 贵州喀斯特地区土地石漠化的内动力作用机制[J], 水土保持通报, 2001, 21(4): 1－5.

[7] 屠玉林. 贵州土地石漠化现状及成因分析[A]. 李箐. 石灰岩地区开发治理[C]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1996. 58－70.

[8] 王世杰. 喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨[J]. 中国岩溶, 2002, 21(2): 101－105.

[9] 熊康宁, 黎平, 周忠发, 等. 喀斯特石漠化的遥感——GIS 典型研究——以贵州省为例[M]. 北京: 地质出版社, 2002.

[10] 王瑞江, 姚长洪, 蒋忠诚, 等. 贵州六盘水石漠化的特点、成因与防治[J]. 中国岩溶, 2001, 20(3): 211－216.

[11] 吕涛. 3S 技术在贵州喀斯特山区土地石漠化现状调查中的应用[J]. 中国水土保持, 2002, (6): 26－27.

[12] Wang Shijie, Zhang Dianfa, Li Ruiling. Mechanism of rocky desertification in the karst mountain areas of Guizhou province, souwest China [J]. *International Review for Environmental Strategies*, 2002, 3(1): 123－135.

[13] 王德炉. 喀斯特石漠化的形成过程及防治研究[D]. 南京林业大学博士学位论文, 2003.

[14] 兰安军. 基于 GIS－RS 的贵州喀斯特石漠化空间格局与演化机制研究[D]. 贵州师范大学硕士学位论文, 2003.

[15] 李瑞玲, 王世杰, 周德全, 等. 贵州岩溶地区岩性与土地石漠化的空间相关分析[J]. 地理学报, 2003, 58(2): 314－320.

[16] 白占国, 万国江. 贵州碳酸盐区域的侵蚀速率及环境效应研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(1): 1－7, 46.

[17] 李德文, 崔之久, 刘更年. 岩溶风化壳形成演化及其循环意义[J]. 中国岩溶, 2001, 20(3): 183－188.

[18] 姚智, 张朴, 刘爱明. 喀斯特区域地貌与原始森林关系的讨论——以贵州荔波茂兰、望谟麻山为例[J]. 贵州地质, 2002, 19(2): 99－102.

[19] 潘根兴, 曹建华. 表层带岩溶作用：以土壤为媒介的地球表层生态系统过程－以桂林峰丛洼地岩溶系统为例[J]. 中国岩溶, 1999, 18(4): 287－296.

[20] 屠玉麟. 贵州喀斯特灌丛群落类型研究[J]. 贵州师范大学学报, 1995, 13(5): 8－9.

[21] 朱守谦. 喀斯特森林生态研究（Ⅱ）[C]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1997. 55－64.

[22] 朱守谦, 何纪星, 魏鲁明, 等. 茂兰喀斯特森林小生境特征研究[A]. 朱守谦主编. 喀斯特森林生态研究（Ⅲ）[C]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2003. 38－48.

[23] 张竹如, 李燕, 王林均, 等. 贵州岩溶石漠化地区生态环境恢复的初步研究——贵阳黔灵山的启示[J]. 中国岩溶, 2001, 20(4): 310－314.

[24] 王跃. 中国荒漠化病因诊断[J]. 中国沙漠, 2002, 22(2): 118－121.

[25] 屠玉麟. 贵州喀斯特森林的初步研究[J]. 中国岩溶, 1989, 8(4): 282－290.

[26] 杨汉奎, 程士泽. 贵州茂兰喀斯特森林群落生物量研究[J]. 生态学报, 1991, 11(4): 307－312.

[27] 刘济明. 黔中喀斯特植被土壤种子库的初步研究[A]. 朱守谦. 喀斯特森林生态研究（Ⅱ）[C]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1997. 128－136.

[28] Yuan Daoxian. Rock desertification in the subtropical karst of south china[J]. *Z. Geomorph. N. F.*, 1997, 108: 81－90.

[29] 张宏，慈龙俊，孙保平. 对荒漠化几个理论问题的初步探讨[J]. 地理科学，1999，19(5)：446－450.
[30] 吴虹，陈三明，李锦文. 都安石漠化趋势遥感分析与预测[J]. 国土资源遥感，2002，2：15－19.
[31] 常学礼，赵爱芬，李胜功. 景观格局在沙漠化研究中的作用[J]. 中国沙漠，1998，18(3)：210－214.
[32] 李博. 生态学[M]. 北京：高等教育出版社，2000.359－365.
[33] 肖笃宁. 生态脆弱区的生态重建与景观规划[J]. 中国沙漠，2003，23(6)：6－11.

Discuss on Concepts of Rock Desertification and Rock Desert in Karst Region

LI Yang-bing[1,2]，WANG Shi-jie[1]，RONG Li[1,2]
(1. *National Key Laboratory of Environmental Geochemistry，Geochemistry Institute，Chinese Academy of Sciences，Guiyang* 550002，*China*；
2. *School of Geographical and Biological Sciences，Guizhou Normal University，Guiyang* 550001，*China*)

Abstract：Karst rock desertification has been recently regarded as a kind of geological-ecological disaster resulting in more and more intense economic，environmental and social effect，but basic researches on it lagged ecological construction. This paper summarizes current classification and problems of karst rock desertification. Different rock desertification types should adopt conservation，restoration，reallocation and preservation respectively based on analyses to the running processes of karst ecosystem including geological，biological and artificial processes. The karst rock desertification processes exist geological rock desertification，ecosystem rock desertification and artificially accelerating rock desertification.

Rock desert is the last or the climax result of rock desertification processes，and different from rock desertification in space-time category. The formation of rock desert has much matter with the large slope gradient under natural conditions，but the distribution of artificially accelerating rock desertification has no direct relation with topography and geomorphologic position. It is suggested that the rock desertified lands resulting from artificially accelerating rock desertification should be classified into no-rock desertification land，rock desertification land and reversed "benchmark" land based on regionalization indicators "disturbed mode＋vegetation＋soil＋geomorphology".

Key words：rock desertification；rock desert；artificially accelerating processes