

# 中国南方湿润区“荒漠化”问题讨论

金远亮, 彭 华\*, 闫罗彬, 项跃武, 王翔宇

(中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275)

**摘 要:**荒漠化是当今世界所面临的严重的环境与社会经济问题,推进荒漠化研究工作对于保护生态环境,促进区域可持续发展具有重要意义。本文在对荒漠化内涵进行系统回顾的基础上,认为除了人为干扰叠加气候性干旱作用导致的荒漠化之外,南方湿润区因水土流失叠加物理性干旱作用导致的极端土地退化也是一种荒漠化,并从物质基础、气候条件、影响因子、形成营力、核心作用和地表过程方面进行比较,最后以南方红层区特殊的“红层荒漠化”为案例,利用实地调查和TM影像的植被覆盖度指标VFC对1992-2013年红层土地退化进行分析。结果显示,在人为反复干扰和其他自然因素作用下地表植被持续退化、群落干旱趋势明显,表土层流失,岩石风化加剧,以致形成类似“荒漠”景观的现象。红层区的退化过程可类比于喀斯特石漠化、红壤山地丘陵退化,但这类极端土地退化现象可否视为“荒漠化”,有待于进一步的深入研究。

**关 键 词:**荒漠化;土地退化;南方湿润区;红层荒漠化;遥感监测

## 1 引言

作为当今全球最严重的环境与社会经济问题之一,20世纪70年代以来,荒漠化问题日益引起世界各国的普遍关注。中国是世界上受荒漠化危害最为严重的国家之一,荒漠化土地面积达 $262.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,占国土总面积的27.3%(那波等,2006)。作为土地退化的一种重要类型,有关荒漠化程度评价、监测以及荒漠化形成机制方面的研究不断取得进展。同时,中国南方湿润区的一些典型土地退化问题,如红壤丘陵山地退化、喀斯特石漠化等,具有荒漠景观与类似荒漠形成过程,对于这些土地退化现象是否也属于荒漠化的范畴,国内外学术界的相关讨论持续不断。本文在分析国内外关于土地荒漠化等相关概念的基础上,对南方湿润区的生态脆弱带及其相关土地退化现象进行探讨,比较分析了传统定义下荒漠化与南方湿润区土地退化现象的异同。最后,以南雄盆地的红层软岩区为案例,利

用遥感影像的植被覆盖度指标(VFC)对1992-2013年的红层软岩区土地退化进行时空变化及其成因解析,并就这类土地退化现象能否称为“红层荒漠化”进行相应讨论。

## 2 荒漠化内涵及相关概念

### 2.1 荒漠化的基本内涵

“荒漠化”最早由Aubreville提出,主要指滥伐和盲目烧荒造成的非洲热带森林向热带草原演化的过程(Aubreville, 1949)。1968-1974年的非洲大饥荒和1977年联合国荒漠化大会的召开,使荒漠化问题引起了全世界的关注(殷贺等,2011)。为统一各国对于荒漠化的认识,1992年联合国环境与发展大会上对荒漠化作了明确定义:包括气候变异和人类活动在内的种种因素作用下,干旱、半干旱和亚湿润干旱区的土地退化过程称为“荒漠化”(UNCED, 1992)。这一定义在1994年各国共同签

收稿日期:2014-09;修订日期:2015-02。

基金项目:国家自然科学基金项目(41171013);国家科技基础性工作专项重点项目(2013FY111900)。

作者简介:金远亮(1989-),云南大理人,男,硕士研究生,研究方向为区域生态与植被遥感,E-mail: 555jinyuan@163.com。

通讯作者:彭华(1956-),男,安徽砀山县人,教授,博士生导师,主要研究方向为丹霞地貌、旅游地理与旅游规划,  
E-mail: eesph@mail.sysu.edu.cn。

引用格式:金远亮, 彭华, 闫罗彬, 等. 2015. 中国南方湿润区“荒漠化”问题讨论[J]. 地理科学进展, 34(6): 772-780. [Jin Y L, Peng H, Yan L B, et al. 2015. Discussion on desertification of humid region in southern China[J]. Progress in Geography, 34(6): 772-780.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2015.06.012

署的《联合国关于发生严重干旱或荒漠化的国家特别是在非洲防治荒漠化公约》上以法律文件的形式最终确定下来(董玉祥, 2000)。该定义下的荒漠化本质上属于土地退化, 影响因子包括了自然的气候驱动和人为的不合理生产活动, 发生区域包括了干旱、半干旱区和亚湿润干旱区。

自从荒漠化概念确定以来, 国内外荒漠化研究蓬勃发展, 随着研究的推进, 学者们在对荒漠化理解不断深入的同时也发生以下一些分歧(刘新春, 2007): ①荒漠化的影响因子。早期学者更多强调人为干扰的影响(董玉祥, 1992; 朱震达, 1997), 随着全球气候变化研究的兴起, 越来越多的研究表明在大尺度上气候变化对荒漠化的影响更大(Wang et al, 2008)。②对土地退化的理解。部分学者认为荒漠化是具有生态系统功能的生物景观向非生物景观变化的现象, 其重点是生态水文过程和地表物理化学过程的变化, 与荒漠化景观没有必然的联系(张宏等, 1999); 但也有学者认为以土地出现“类似荒漠的景观”为标志的土地退化过程才是土地荒漠化(朱震达等, 1996; Prince et al, 2009)。③荒漠化的发生范围。国际定义规定干燥度指数在0.05~0.65之间的干旱、半干旱和半湿润区是荒漠化发生范围(张煜星, 2000; 慈龙骏等, 2010), 而部分学者援引联合国环发大会对荒漠化发生范围的补充, 提出将生态脆弱带的概念作为荒漠化的发生范围(朱震达, 1991)。

## 2.2 土地退化、生态退化与荒漠化

土地是由土壤、植被和在该系统中发挥作用的生态及水文过程组成的综合体。土地退化是自然力或人类土地利用中的不当措施或共同作用而导致的土地质量变劣的过程和结果, 包括水土流失、土地沙漠化、盐碱化和土壤污染等几种类型(沈渭寿等, 2006)。因此, 土地退化发生的气候环境没有限定, 它可能发生在任何区域。

生态退化侧重于生态系统结构与功能改变而导致生物多样性减少、生产力下降等退化过程, 其源头来自于人为干扰, 并将退化区域扩展到聚落、城市等人工或半自然生态系统(刘国华等, 2000)。生态退化也没有气候环境的限定。

大部分学者将荒漠化与干旱联系在一起, 通常用于描述干旱、半干旱区的土地退化过程(Reynolds et al, 2007)。作为荒漠化发生的基本条件, 学者们一般强调干旱半干旱区地表干燥(Mueller et

al, 2007)、土壤浅薄(Zuo et al, 2009)、植被覆盖低(Geist et al, 2004; Maestre et al, 2009), 风力作用强(Ravi et al, 2010), 人为干扰剧烈(Kéfi et al, 2007; Abiodun et al, 2008)等特征, 形成易发生荒漠化固有的生态脆弱属性(Kassas, 1995; Symeonakis et al, 2004)。

因此, 土地退化应以不限类型的土地为对象, 侧重于退化的现象描述, 其影响因子包含了自然和人为干扰, 生态退化以生态系统为对象, 侧重于描述生态过程的变化(Veron et al, 2006)。本文认为, 荒漠化是土地退化的极端形式, 包含了生态退化的基本过程, 土地退化和生态退化没有气候环境的限制; 那么, 表现为丧失生产力等极端形式的荒漠化, 也应没有气候环境的限制。

## 3 南方湿润区生态脆弱带土地退化及其与干旱区荒漠化的异同

### 3.1 南方湿润区生态脆弱带及其成因

生态脆弱带, 是指在特殊自然环境背景下, 某自然环境要素对生态系统功能及其变化具有普遍的限制作用, 导致其在自然和人类作用下的微小变化, 即会引发土地退化、景观变化和生态功能改变的地带。干旱是影响生态系统恢复与稳定的重要限制性因子, 在中国不同生态系统类型中均普遍存在, 主要分为气候性干旱和物理性干旱两种类型(图1)。气候性干旱主要发生在中国西北干旱、半干旱和半湿润区。该区域处于干旱砂质荒漠与戈壁的边缘地带, 降水稀少、集中且不稳定, 同时地表物质以沙质沉积物和疏松黄土为主, 植被稀疏, 降水成为影响植被生长最重要的因子。在气候变干或人为破坏植被情况下, 生态系统的干旱胁迫加剧而发生退化, 地表裸露率增大, 雨季水土流失、旱季风沙侵蚀与堆积加剧, 导致土地退化。

物理性干旱主要分布在中国南方湿润区, 如花岗岩/红壤、碳酸盐/石灰土和红层/紫色土等丘陵山地地区。中国南方湿润区深受亚热带季风气候影响, 年降雨量在900~2100 mm之间, 5-10月降雨普遍占全年降雨的60%以上, 尽管雨量丰富, 但年内分布不均, 季节性的干旱特征普遍。本区地表大部为疏松的风化残积土层, 土壤保水耐旱能力较差, 短期的季节性干旱极易引发土壤物理性干旱而限制植被生长(熊平生等, 2010)。南方森林植被对干

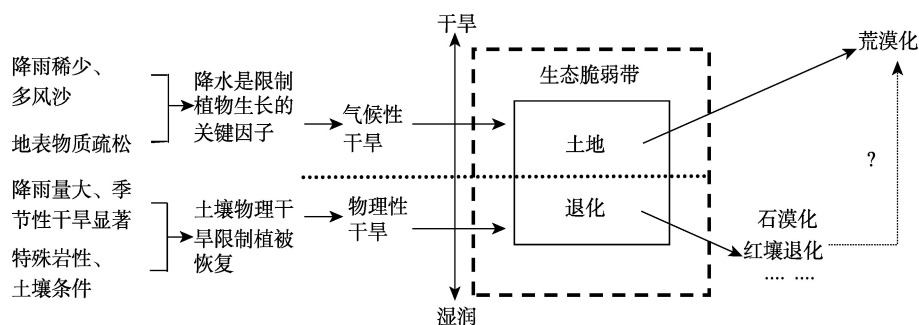


图1 生态脆弱带内干旱作用与土地退化结果

Fig.1 Drought and resulting land degradation in ecologically fragile areas

旱有一定拮抗作用,但人为破坏植被后,植被功能随即受损,极易受干旱胁迫而恢复困难。本区地形复杂,降雨侵蚀力大,地表裸露极易引起强烈的流水侵蚀与土壤流失过程,进而使生态平衡失调,导致土地退化,以致形成类似荒漠的“劣地”景观(王丁等, 2011; 邓艳等, 2014)。

### 3.2 南方湿润区生态脆弱带内土地退化的表现形式

从土地退化类型来看,南方湿润区生态脆弱带的土地退化是在特殊地表物质基础上,流水侵蚀作用的结果。地表物质组成不同,退化的表现形式也有所差别。具体表现为红壤丘陵山地退化,喀斯特石漠化,红层紫色土退化现象(图2)。

(1) 红壤丘陵山地是以花岗岩、砂页岩、红色风化壳为母质基础发育红壤的区域,主要位于中国东南部浙江、福建、广东、江西、湖南等省,面积约为

128 万  $\text{km}^2$ (赵其国等, 2013)。红壤区域地形起伏大,土层抗侵蚀能力较差(刘苑秋, 2000)。南方高温多雨使土壤风化侵蚀作用强烈(梁音等, 2008),在人为破坏植被覆盖后,80%的降水会转换为地表径流,对地表形成强烈冲刷侵蚀(赵其国, 2006)。水土流失加剧了红壤的脱硅富铝化和生物循环过程,造成土壤酸化与肥力的退化(赵其国等, 2013),进而引发生态系统持续退化,以致形成土层裸露乃至消失的劣地景观,有学者把这个过程称之为“水蚀荒漠化”(陈志清, 1998; 王涛, 2008)。

(2) 喀斯特地区是指碳酸盐母质出露的区域,碳酸盐主要分布在贵州、广西、广东、云南、重庆等省市,出露面积约为91 万  $\text{km}^2$ 。喀斯特成土母质碳酸盐具有富钙偏碱的地球化学性质,岩石化学风化与侵蚀切割强烈(熊平生等, 2010)。碳酸盐区地表水渗漏严重,表层成土速率低,土壤保水耐旱能力差,土层瘠薄,植被生长受土壤碱性环境和水分条件的双重胁迫(熊康宁等, 2012)。喀斯特地区森林植被破坏后,地表水流失加剧,降水对地表的侵蚀力加大,形成水土流失,同时土壤保水能力下降,水分渗漏迅速,地表形成异常干旱的环境,植被只能发育成灌丛草坡(盛茂银等, 2013),并进一步向更低级退化,最终形成基岩裸露的石漠化景观(李森等, 2010)。

(3) 红层紫色土是发育于紫红色砂页岩或泥质岩,即红层上的非地带性土壤,主要分布在四川、云南、广西、湖南、江西、广东等地区,全国红层出露面积大于80 万  $\text{km}^2$ (郭永春等, 2007)。紫色粉砂岩和泥质岩母岩疏松,风化侵蚀过程迅速,成土速率较快但有机质积累缓慢,土壤结构性差(赵景波等, 2012),在降雨集中、坡度较大且地表无植被覆盖的条件下,土层极易发生侵蚀流失(何毓蓉等, 1993;

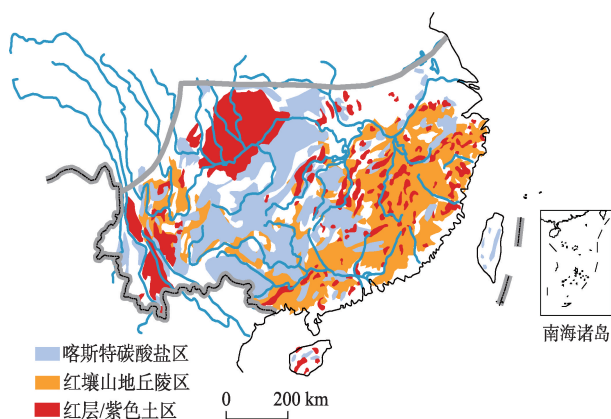


图2 中国南方湿润区的三大生态脆弱带

((数据来源:中国自然地理图集(1984,地图出版社、彭华等(2011))

Fig.2 The three ecologically fragile zones in southern humid area of China

(Data from the China Atlas of Physical Geography (Map Publishing House, 1984) and research findings from Peng et al, 2011)



张文超等, 2013)。紫色土保水耐旱性能较差, 土温高, 对植被生长恢复有一定限制(杨宁, 2010)。在长期强烈的流水侵蚀作用下, 土壤肥力逐步降低、质地变差、土层逐渐变薄, 母质层乃至母岩层裸露, 形成红层劣地。

3.3 南方湿润区土地退化与干旱区荒漠化的比较

南方湿润区的红壤丘陵山地退化、喀斯特石漠化以及红层紫色土退化, 本质上是土地退化的过程, 但其岩性的特殊性决定了退化类型和特点。中国南方湿润区土地退化与干旱半干旱区的荒漠化有何异同? 是否可以将该类土地退化现象用一个更广泛的荒漠化概念来进行归纳? 本研究从物质基础、气候条件等几方面对两者进行了比较(表1)。

干旱区荒漠化对地表物质几乎无选择性, 各类风化壳、沉积物、黄土等都可能成为荒漠化的物质基础, 在干旱、温差大, 多大风的气候条件叠加了人工干扰和破坏后, 风力、流水、盐渍化等外营力形成了风力与流水侵蚀的地表过程, 导致植被退化、土壤理化性质变化、沙质地表裸露。同时, 干旱气候形成的气候性干旱胁迫又进一步限制生态恢复, 最终导致荒漠化。

中国南方湿润区的季节性干旱、降雨集中的气候特征也极易使土地发生退化, 在碳酸盐、花岗岩、红层等风化壳构成的生态脆弱带表现得更为强烈。这些特殊岩性形成的风化壳和土壤在受到人为扰动或植被破坏后, 土层更加易于流失; 其主要动力不是风沙而是流水, 在植被遭到破坏后, 土层流失、地表保水性降低, 物理性干旱加剧, 生态恢复困难, 最终演变为风化壳乃至基岩裸露的景观。

比较中国南方湿润区的土地退化与干旱区荒漠化发现, 人工干扰往往都是起始因子, 其实质都是土地退化, 生态系统衰竭并难以自然恢复, 最终都形成类似荒漠景观。因此, 可以用一个更广泛的

荒漠化概念对两者进行归纳。所不同的是, 干旱区荒漠化的主要营力是风力, 湿润区荒漠化的主要营力是流水。湿润区喀斯特石漠化已成为被广为接受的科学概念, 湿润区其他类型的极端土地退化使用荒漠化的概念来描述也应该可以。

4 中国南方湿润区土地退化新案例：红层荒漠化

4.1 红层及其“荒漠化”

红层是由砾岩、砂岩、粉砂岩和泥质岩等多种物质组成的红色陆相沉积岩系, 在中国的出露面积达 82.6 万 km<sup>2</sup>, 占国土总面积的 8.6%(郭永春等, 2007)。红层组成物质较为复杂, 以砾质、砂质为主的硬质红层多分布于大盆地边缘或山间小盆地, 形成丹霞地貌; 而以粉质和泥质为主的红层软岩多分布于盆地内部。红层软岩区在人为干扰下, 可引起植被退化、水土流失等一系列地表过程, 形成类似荒漠的景观, 彭华(2011)称这种现象及过程为红层荒漠化, 不同于以往所称的“红色荒漠”或“红壤荒漠”(朱震达等, 1996; 崔书红, 1998; 田亚平等, 2001)。

红层作为紫色土的成土母质, 以往研究多关注于紫色土土壤的退化和水土流失效应, 而红层荒漠化从这种岩性的特殊性出发, 系统综合地考察人为干扰引起的植被退化—水土流失—基岩侵蚀等一系列自然地理过程, 是对紫色土退化研究的深化与拓展。因而红层荒漠化不同于南方湿润区的红壤丘陵山地退化、喀斯特石漠化, 对红层荒漠化典型案例的研究可为南方湿润区的土地退化问题提供新的认识。

4.2 广东南雄盆地红层荒漠化案例

广东南雄盆地是南方湿润区红层软岩的典型

表1 传统定义的荒漠化与湿润区土地退化的比较  
Tab1. Comparison of traditionally defined desertification and land degradation in humid areas

因子	干旱区荒漠化	中国南方湿润区土地退化
物质基础	各类风化壳、沉积物、黄土等	碳酸盐、花岗岩、红层等风化壳
气候条件	干旱、温差大、多大风	湿润、季节性干旱、降雨集中
影响因子	自然因素(气候变化)、人为干扰	人为干扰、自然因素(岩性、地形、降水)
形成营力	风力、流水、盐渍化等	流水
核心作用	气候性干旱胁迫, 风力与流水侵蚀	物理性干旱, 水力侵蚀
地表过程	植被退化、土壤理化性质变化、砂质地表裸露, 形成类似荒漠景观	植被退化、土壤流失与理化性质变化、基岩或风化壳裸露, 形成类似荒漠景观



代表,受红层软岩特殊岩性以及土壤物理特性影响,人为长期干扰导致植被持续退化,水土流失加剧,形成特殊的“红层荒漠化”,部分地段出现类似荒漠的牛肝地景观。本文采用样地调查,结合相关遥感影像,初步对典型地段的红层荒漠化进行研究。

通过对南雄盆地典型地段植物样地与土壤剖面调查,发现红层软岩区存在常绿阔叶林—马尾松林—次生灌丛—草丛—牛肝地的逆向演替过程,并且随着人为干扰加深,植被群落退化趋势明显,群落生物量与多样性(香农指数)逐步下降,分别由常绿阔叶林的 362.74 kg/m<sup>2</sup> 和 3.94 下降到马尾松林的 276.65 kg/m<sup>2</sup> 和 2.88、灌草丛则降至 23.9 kg/m<sup>2</sup> 和 1.92、草丛的生物量和多样性分别为 1.29 kg/m<sup>2</sup> 和 1.68,最后形成了牛肝地寸草不生的“荒漠”景观(图 3a)。与此同时土壤理化性质也发生明显的改变,土壤表层含水量持续降低,由常绿阔叶林的 11.4% 降至 5.64%,有机质比率由常绿阔叶林的 1.69% 降低至马尾松林与灌草丛的 1.19% 和 1.06%,草丛和牛肝地的仅为 0.08% 和 0.04% (图 3b)。

随着植被逆向演替发展,地表裸露面积不断扩大,利用遥感植被覆盖度指标可以较好的揭示这一

变化过程。将植被覆盖度(VFC)≤10%的牛肝地视为极度荒漠化,VFC在10%~30%之间有少量草丛为重度荒漠化,VFC达30%~50%,地表发育稀疏灌丛视为中度荒漠化,VFC达50%~70%地段发生林下侵蚀的马尾松林为轻度荒漠化,常绿阔叶林或VFC>70%的其他林地视为无荒漠化(图4)。本文利用1992-2013年TM影像数据并基于像元二分模型( $VFC = (NDVI - NDVI_{soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{soil})$ ),取  $NDVI_{soil} = 0.37$ ,  $NDVI_{veg} = 0.71066$ ,从时间上分析20年来的红层区植被演替下的荒漠化变化趋势(图5)。

红层软岩区荒漠化一旦发生,在无人工保育下植被难以恢复。1992-1999年极度荒漠化比例从0.83%增加到1.36%,重度荒漠化从2.62%增加到3.23%(表2)。根据访谈,这个阶段也是土地承包之后的大开发阶段,伐树、垦荒和烧山的问题十分突出。极度和重度荒漠化地段,基岩裸露,几无土壤,风化物表层水分含量低,基岩风化强烈,植被生长受物理性干旱胁迫严重,随着侵蚀的加剧红层荒漠范围有所扩大。

轻度退化地段植被演替过程复杂,人为反复干扰是红层区植被长期丧失的主因,因此减少人为干扰对植被恢复具有重要意义。近20年来,轻度荒漠

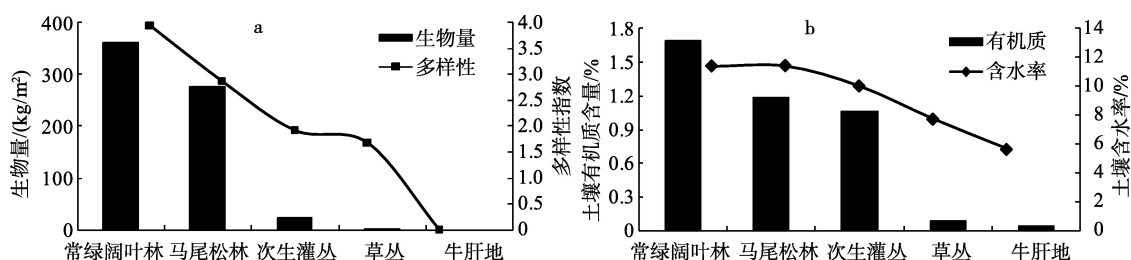


图3 不同演替阶段下的植物群落与土壤特征的变化

Fig.3 Change of plant communities and soil properties under different succession stages

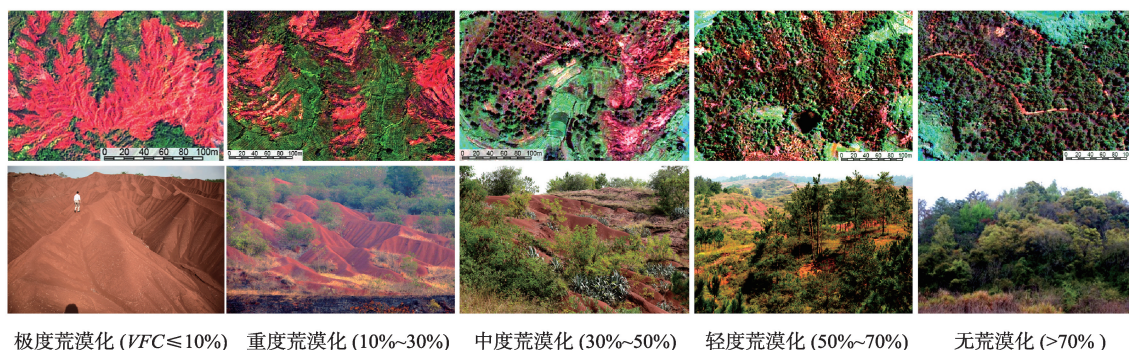


图4 基于植被覆盖度的红层荒漠化分级

Fig. 4 Red beds desertification classification based on vegetation coverage

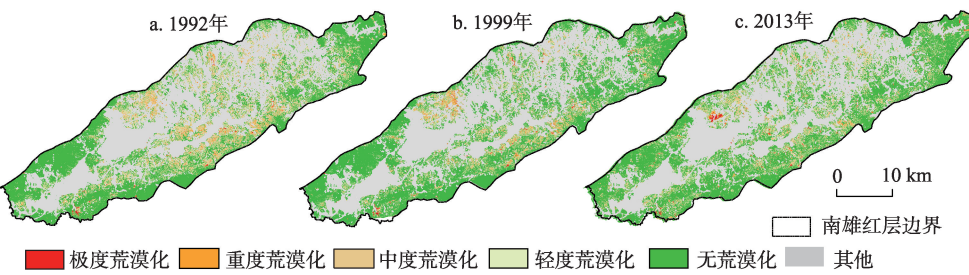


图5 1992-2013年南雄盆地红层软岩区荒漠化(南雄市范围)  
Fig.5 Desertification of Nanxiong basin red beds soft rock area,1992-2013 (Nanxiong City)

表2 1992-2013年南雄不同程度的红层荒漠化百分率/%  
Tab.2 Percentage of varying degrees of red bed desertification in Nanxiong/%, 1992-2013

年份	极度荒漠化	重度荒漠化	中度荒漠化	轻度荒漠化	无荒漠化
1992	0.83	2.62	12.90	20.02	63.62
1999	1.36	3.23	7.99	14.15	73.28
2013	1.26	2.25	7.35	18.63	70.51

化与无荒漠化区存在此消彼长的关系,1992-1999年,轻度荒漠化比例从20.02%减少到14.15%,相应的无荒漠化面积从63.62%增加到73.28%,到2013年轻度荒漠化又增至18.63%、无荒漠化则减少至70.51%,表明荒漠化过程中各种因素对植被演替产生的复杂作用。这可能与近年来政府对集体与个体所有的山地缺乏管理,农民种植桉树、山茶树和果树等对丘岗地的干扰关系密切。

5 讨论与结论

20世纪70年代,荒漠化问题的提出,主要是为了强调发生在干旱、半干旱和亚湿润干旱区特别是非洲部分国家地区的土地退化问题,形成各国政府间的认同而采取一致行动以应对荒漠化(董玉祥等,1995)。因此1994年《联合国关于发生严重干旱或荒漠化的国家特别是在非洲防治荒漠化公约》签订的同时作了补充:“列入行动方案的要点应有所选择,应适应受影响国家缔约方或区域的社会经济、地理和气候特点。”并在荒漠化防治国际公约亚太区域讨论会上指出:荒漠化还应包括湿润半湿润地区由于人为活动引起环境向着类似荒漠景观的变化过程,因此,从这一角度理解,中国南方湿润区的相关土地退化也应归入“荒漠化”。由此导致其后关于湿润区的土地退化能否归入荒漠化的一系列争论。

近年来,喀斯特石漠化的研究日益深入并被广为接受。而中国南方湿润区土地退化研究表明,与其他类型的荒漠化相比,实质都是土地退化、生态系统衰竭并难以自然恢复,最终都形成荒漠景观。因此,本文认为,湿润区土地退化的一种极端过程可适用于荒漠化概念。

中国南方红层分布面积广大,地学界长期以来对红层地貌和红层区的土地退化问题关注不足。红层区荒漠化过程是红层的特殊岩性在特定的自然与人为作用下所发生的极端土地退化过程,这个过程不同于传统定义下的干旱区荒漠化,也不同于南方湿润区的喀斯特石漠化和红壤山地丘陵的红土荒漠化。这一退化过程的机理和特征还有待进一步深入研究,我们暂称其为“红层荒漠化”。

致谢:感谢李贞副教授在案例地考察和论文写作过程中给予的指导;感谢董玉祥教授对论文提出的修改意见。

参考文献(References)

陈志清. 1998. 福建省长汀县河田镇的水蚀荒漠化及其治理[J]. 地理科学进展, 17(2): 65-70. [Chen Z Q. 1998. Desertification induced by water erosion and its combat of hetian town in Changding County, Fujian Province[J]. Progress in Geography, 17(2): 65-70. ]  
慈龙骏, 杨晓晖. 2010. 中国荒漠化及其防治[M]. 北京: 高等教育出版社: 2-8. [Ci L J, Yang X H. 2010. Desertification and its control in China[M]. Beijing, China: High Education Press: 2-8. ]  
崔书红. 1998. 湿润地区的荒漠化[J]. 第四纪研究, 18(2): 173-181. [Cui S H. 1998. Desertification in humid area [J]. Quaternary Sciences, 18(2): 173-181. ]  
邓艳, 胡阳, 马祖陆, 等. 2014. 广西不同石漠化等级下 SPAC 水势梯度及其环境效应[J]. 地球与环境, 42(2): 213-

220. [Deng Y, Hu Y, Ma Z L, et al. 2014. SPAC water potential gradient and its environmental effect in different rocky desertification grades in Guangxi[J]. *Earth and Environment*, 42(2): 213-220. ]
- 董玉祥. 1992. 人文因子在荒漠化中的作用[J]. *中国沙漠*, 12(1): 16-26. [Dong Y X. 1992. Study on the function, of human factors in desertification[J]. *Journal of Desert Research*, 12(1): 16-26. ]
- 董玉祥. 2000. “荒漠化”与“沙漠化”[J]. *科技术语研究*, 2(4): 18-21. [Dong Y X. 2000. Desertification and sandy desertification[J]. *Chinese Science and Technology Terms Journal*, 2(4): 18-21. ]
- 董玉祥, 刘玉璋, 刘毅华, 等. 1995. 沙漠化若干问题研究[M]. 西安: 西安地图出版社: 24-43. [Dong Y X, Liu Y Z, Liu Y H. 1995. *Shamohua ruogan wenti yanjiu*[M]. Xi'an, China: Xi'an Map Press: 24-43. ]
- 郭永春, 谢强, 文江泉. 2007. 我国红层分布特征及主要工程地质问题[J]. *水文地质与工程地质*, 34(6): 73-77. [Guo Y C, Xie Q, Wen J Q. 2007. Red beds distribution and engineering geological problem in China[J]. *Hydrogeology & Engineering Geology*, 34(6): 73-77. ]
- 何毓蓉, 黄成敏. 1993. 四川紫色土退化及其防治[J]. *山地研究*, 11(4): 209-215. [He Y R, Huang C M. 1993. Purple soil degradation and its control in Sichuan Province[J]. *Mountain Research*, 11(4): 209-215. ]
- 李森, 魏兴琥, 张素红, 等. 2010. 典型岩溶山区土地石漠化过程[J]. *生态学报*, 30(3): 674-684. [Li S, Wei X H, Zhang S H, et al. 2010. The processes of land rocky desertification in typical karst mountain area: a case study in the karst mountain area of north Guangdong[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 30(3): 674-684. ]
- 梁音, 张斌, 潘贤章, 等. 2008. 南方红壤丘陵区水土流失现状与综合治理对策[J]. *中国水土保持科学*, 6(1): 22-27. [Liang Y, Zhang B, Pan X Z, et al. 2008. Current status and comprehensive control strategies of soil erosion for hilly region in the Southern China[J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 6(1): 22-27. ]
- 刘国华, 傅伯杰, 陈利顶, 等. 2000. 中国生态退化的主要类型, 特征及分布[J]. *生态学报*, 20(1): 13-19. [Liu G H, Fu B J, Chen L D, et al. 2000. Characteristics and distributions of degraded ecological types in China[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 20(1): 13-19. ]
- 刘新春. 2007. 关于荒漠化研究几个问题的探讨[J]. *沙漠与绿洲气象*, 1(1): 27-31. [Liu X C. 2007. The discussion of several problems about desertification research[J]. *Desert and Oasis Meteorology*, 1(1): 27-31. ]
- 刘苑秋. 2000. 亚热带红壤区生态退化及生态恢复研究综述[J]. *南京林业大学学报*, 24(S): 53-58. [Liu W Q. 2000. A review on ecosystem degradation and restoration region of subtropics[J]. *Journal of Nanjing Forestry University*, 24(S): 53-58. ]
- 那波, 贾树海, 刘扬. 2006. 关于荒漠化评价几个问题的探讨[J]. *中国农学通报*, 22(1): 305-310. [Na B, Jia S H, Liu Y. 2006. The discussion of several aspects about desertification assessment[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 22(1): 305-310. ]
- 彭华. 2011. 中国南方湿润区红层地貌及相关问题探讨[J]. *地理研究*, 30(10): 3-16. [Peng H. 2011. Perspectives on the red beds landforms in humid area of Southern China and some related problems[J]. *Geographical Research*, 30(10): 3-16. ]
- 沈渭寿, 曹学章, 沈发云. 2006. 中国土地退化的分类与分级[J]. *生态与农村环境学报*, 22(4): 88-93. [Shen W S, Cao X Z, Shen F Y. 2006. Classification and grading of land degradation in China[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 22(4): 88-93. ]
- 盛茂银, 刘洋, 熊康宁. 2013. 中国南方喀斯特石漠化演替过程中土壤理化性质的响应[J]. *生态学报*, 33(19): 6303-6313. [Sheng M Y, Liu Y, Xiong K N. 2013. Response of soil physical-chemical properties to rocky desertification succession in South China karst[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 33(19): 6303-6313. ]
- 田亚平, 彭补拙, 谢庭生. 2001. 红色荒漠化刍议[J]. *长江流域资源与环境*, 10(4): 380-384. [Tian Y P, Peng B Z, Xie T S. 2001. Opinion on red desertification and types of desertified land in China[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 10(4): 380-384. ]
- 王丁, 姚健, 杨雪, 等. 2011. 干旱胁迫条件下6种喀斯特主要造林树种苗木叶片水势及吸水潜能变化[J]. *生态学报*, 31(8): 2216-2226. [Wang D, Yao J, Yang X, et al. 2011. Changes of leaf water potential and water absorption potential capacities of six kinds of seedlings in karst mountain area under different drought stress intensities[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 31(8): 2216-2226. ]
- 王涛. 2008. 我国沙漠化研究的若干问题: 3. 沙漠化研究和防治的重点区域[J]. *中国沙漠*, 24(1): 1-9. [Wang T. 2008. Study on sandy desertification in China: 3 key regions for studying and combating sandy desertification[J]. *Journal of Desert Research*, 24(1): 1-9. ]
- 熊康宁, 李晋, 龙明忠. 2012. 典型喀斯特石漠化治理区水土流失特征与关键问题[J]. *地理学报*, 67(7): 878-888. [Xiong K N, Li J, Long M Z. 2012. Features of soil and



- water loss and key issues in demonstration areas for combating karst rocky desertification[J]. *Acta Geographica Sinica*, 67(7): 878-888. ]
- 熊平生, 袁道先, 谢世友. 2010. 我国南方岩溶山区石漠化基本问题研究进展[J]. *中国岩溶*, 29(4): 355-362. [Xiong P S, Yuan D X, Xie S Y. 2010. Progress of research on rocky desertification in South China karst mountain[J]. *Carsologica Sinica*, 29(4): 355-362. ]
- 杨宁. 2010. 衡阳紫色土丘陵坡地自然恢复植被特征及恢复模式构建[D]. 长沙: 湖南农业大学: 8-11. [Yang N. 2010. Study on the natural restoration vegetation characters and the vegetation restoration mode construction in sloping land with purple in Hengyang[D]. Changsha, China: Hunan Agricultural University: 8-11. ]
- 殷贺, 李正国, 王仰麟. 2011. 荒漠化评价研究进展[J]. *植物生态学报*, 35 (3): 345-352. [Yin H, Li Z G, Wang Y L. 2011. A review on the research progress of desertification assessment[J]. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 35 (3): 345-352. ]
- 张宏, 孙保平. 1999. 中国干旱、半干旱地区土地开垦对荒漠化的影响: 以甘肃民勤县和内蒙古伊金霍洛旗为例[J]. *资源科学*, 21(5): 71-75. [Zhang H, Sun B P. 1999. Impact of land reclamation on desertification in arid and semi-arid areas of China: taking Minqin County of Gansu and Ejin HoRo Banner of Inner Mongolia as case studies [J]. *Resources Science*, 21(5): 71-75. ]
- 张文超, 胡惠方. 2013. 华南典型紫色土水土流失区治理对策及其效益分析[J]. *人民珠江*, (4): 78-81. [Zhang W C, Hu H F. 2013. Discuss on governance strategy and benefit analysis for the purple soil erosion region in Southern China: a case study of Wuhua County[J]. *Pearl River*, (4): 78-81.]
- 张煜星. 2000. 荒漠化, 沙漠化, 风沙化和沙化概念之我见[J]. *科技术语研究*, 2(4): 22-23. [Zhang Y X. 2000. My view of the desertification, sandy desertification, desertified[J]. *Chinese Science and Technology Terms Journal*, 2(4): 22-23.]
- 赵景波, 贺秀斌, 邵天杰. 2012. 重庆地区紫色土和紫色泥岩的物质组成与微结构研究[J]. *土壤学报*, 49(2): 212-219. [Zhao J B, He X B, Shao T J. 2012. Material composition and microstructure of purple soil and purple mudstone in Chongqing area[J]. *Acta Pedologica Sinica*, 49 (2): 212-219.]
- 赵其国. 2006. 闽西南及赣南地区水土流失治理问题的思考与建议[J]. *中国水土保持*, (8): 1-3. [Zhao Q G, 2006. The reflection and suggestion of soil and water loss problem in southwest Fujian and south Jiangxi [J], *Soil and Water Conservation in China*, (8): 1-3. ]
- 赵其国, 黄国勤, 马艳芹. 2013. 中国南方红壤生态系统面临的问题及对策[J]. *生态学报*, 33(24): 7615-7622. [Zhao Q G, Huang G Q, Ma Y Q. 2013. The problems in red soil ecosystem in southern of China and its countermeasures[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 33(24): 7615-7622. ]
- 朱震达. 1991. 中国的脆弱生态带与土地荒漠化[J]. *中国沙漠*, 11(4): 11-22. [Zhu Z D. 1991. Fragile ecological zones and land desertification in China[J]. *Journal of Desert Research*, 11(4):11-22. ]
- 朱震达. 1997. 全球变化与荒漠化[J]. *地学前缘*, 4(1): 213-219. [Zhu Z D. 1997. Global changes and desertification [J]. *Earth Science Frontiers*, 4(1): 213-219. ]
- 朱震达, 崔书红. 1996. 中国南方的土地荒漠化问题[J]. *中国沙漠*. 16(4): 331-337. [Zhu Z D, Cui S H. 1996. The problem of land desertification in South China[J]. *Journal of Desert Research*, 16(4): 331-337. ]
- Abiodun B J, Pal J S, Afiesimama E A, et al. 2008. Simulation of West African Monsoon using RegCM3 Part II: impacts of deforestation and desertification[J]. *Theoretical and Applied Climatology*, 93(3-4): 245-261.
- Aubreville A. 1949. *Climats, forest, et desertification del'Afrique tropicale*[M]. Paris, France: Societe de Editions Geographiques, Maritime et Coloniales: 255.
- Geist H J, Lambin E F. 2004. Dynamic causal patterns of desertification[J]. *Bioscience*, 54(9): 817-829.
- Kassas M. 1995. Desertification: a general review[J]. *Journal of Arid Environments*, 30(2): 115-128.
- Kéfi S, Rietkerk M, Alados C L, et al. 2007. Spatial vegetation patterns and imminent desertification in Mediterranean arid ecosystems[J]. *Nature*, 449: 213-217.
- Maestre F T, Escudero A. 2009. Is the patch size distribution of vegetation a suitable indicator of desertification processes[J]. *Ecology*, 90(7): 1729-1735.
- Mueller E N, Wainwright J, Parsons A J. 2007. The stability of vegetation boundaries and the propagation of desertification in the American southwest: a modelling approach[J]. *Ecological Modelling*, 208(2): 91-101.
- Prince S D, Becker-Reshef I, Rishmawi K. 2009. Detection and mapping of long-term land degradation using local net production scaling: application to Zimbabwe[J]. *Remote Sensing of Environment*, 113(5): 1046-1057.
- Ravi S, Breshears D D, Huxman T E, et al. 2010. Land degradation in drylands: interactions among hydrologic- aeolian erosion and vegetation dynamics[J]. *Geomorphology*,

- 116(3): 236-245.
- Reynolds J F, Smith D M S, Lambin E F, et al. 2007. Global desertification: building a science for dryland development[J]. *Science*, 316: 847-851.
- Symeonakis E, Drake N. 2004. Monitoring desertification and land degradation over Sub-Saharan Africa[J]. *International Journal of Remote Sensing*, 25(3): 573-592.
- UNCED. 1992. Report of the UN conference on environmental development[R]. New York: UN.
- Veron S R, Paruelo J M, Oesterheld M. 2006. Assessing desertification[J]. *Journal of Arid Environments*, 66(4): 751-763.
- Wang X, Chen F, Hasi E. 2008. Desertification in China: an assessment[J]. *Earth-Science Reviews*, 88(3): 188-206.
- Zuo X, Zhao H, Zhao X, et al. 2009. Vegetation pattern variation, soil degradation and their relationship along a grassland desertification gradient in Horqin sandy land, Northern China[J]. *Environmental geology*, 58(6): 1227-1237.

## Discussion on desertification of humid region in southern China

JIN Yuanliang, PENG Hua\*, YAN Luobin, XIANG Yuewu, WANG Xiangyu

(School of Geography and Planning, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** Desertification is a serious problem worldwide that has environmental and socioeconomic consequences. Desertification research has important significance for protecting the environment and for regional sustainable development. Based on an examination of the connotation of desertification we suggest that desertification not only are caused by human disturbance superimposing on climatic drought in dryland areas of the north, but also can be a result of extreme land degradation due to soil erosion superimposing on physical drought effect in southern humid areas. This study compared different aspects of the desertification processes in dry and humid areas, including material base, climatic conditions, influencing factors, formation forces, core functions, and land surface processes. Finally, we used red beds area of southern China as an example to analyze red beds land degradation by combining on-the-spot investigation and vegetation cover (VFC) data derived from Landsat TM images in 1992-2013. The results show that under the impact of repeated human interference and natural factors, there is a clear trend of vegetation change, topsoil loss, and rock weathering, which produce desert-like landscape. The degradation process in red beds is similar to the Karst rocky desertification and land degradation of red soil in hilly areas, but whether this type of extreme land degradation that took place in the humid area of southern China is "desertification" needs further studying.

**Key words:** desertification; land degradation; southern humid area; red beds desertification; remote sensing monitoring