

我国南方喀斯特区土壤侵蚀 特点及防治途径

韦 启 璠

(中国科学院南京土壤研究所·南京·210008)

摘 要 喀斯特区由于土层薄、土壤允许流失量低,生态系统十分脆弱,植被破坏后难以恢复。目前我国南方石灰土侵蚀十分严重,以致石化面积不断扩大。防治途径主要是停止农垦,封山育林和发展石灰土上最适宜的林木,特别是经济林木和药材,以提高经济效益。

关键词 喀斯特区 土壤侵蚀 土壤允许流失量 石化 土壤保持

Soil Erosion in Karst Region of South China and Its Control

Wei Qifan

(Institute of Soil Science, Academia Sinica, Nanjing, 210008)

Abstract Because of thin solum and lower soil loss tolerance, the ecosystem in Karst region is very fragile. The vegetation is difficult to recover after destruction. At present, the erosion of limestone soils in Karst region of south China are serious then the lithified areas are becoming larger and larger. To stop reclamation and farming, to close off the afforested hills and to select suitable trees, especially the economic trees and medicinal plants in order to raise economical benefits are the main control countermeasures.

Key words Karst soil erosion soil loss tolerance lithified soil conservation

我国是世界上喀斯特面积最大的国家之一,共约 137 万 km², 占国土面积 14.3%; 主要分布于长江以南, 尤以西部地区最为集中。如桂、黔、滇三省(区)即达 32.92 万 km², 占全国喀斯特面积的 24.03%; 川东、鄂西、湘西及广东也有较大面积。

南方喀斯特区地处热带亚热带, 气候条件优越。由碳酸盐岩风化发育的石灰土自然肥力较高; 有不少喀斯特区特有的生物资源, 是具有美好开发前景的宝地。但土层很薄, 基岩露头多, 易受旱, 植物生长缓慢, 因而生态系统十分脆弱, 一旦植被破坏或利用不当极易造成水土流失而治理艰巨。当前广大喀斯特地区水土流失普遍发生, 由于其土壤侵蚀模数小而常为人们所忽视。近 10 多年来已引起了普遍的关注。

1 碳酸盐岩风化特点和土壤允许流失量

碳酸盐岩主要是化学风化,即含有 CO_2 的水对其溶解过程,速度是十分缓慢的。在为数不多的研究报导中碳酸盐岩的溶蚀率不尽相同,如 $0.057\sim 0.081\text{ mm/a}$ 、 $0.08\sim 0.3\text{ mm/a}$ 等;卢耀如等在广西的观测研究结果数值最大,但也仅 $0.12\sim 0.3\text{ mm/a}$ ^[1]。碳酸盐岩风化后形成重碳酸盐而随水流失,不溶性残留物很少。我们对广西、贵州、湖南、四川等地石灰岩的化学全量分析结果,碳酸盐含量 $98\%\sim 99\%$ 或更高,因此,成土时间长。柴宗新的研究,形成 1 cm 厚土层需 $1\ 000\sim 3\ 200$ 年。但是很多研究者在计算成土年限时忽视了在成土过程中不断发生的化学的、物理的淋溶以及地表径流的常态侵蚀。热带亚热带地区土壤风化淋溶作用很强的,我们根据石灰岩及其风化发育的土壤化学全量分析结果,在假定钛不发生淋溶前提下,计算得石灰土在成土过程中元素的淋失率都在 70% 以上。以石灰岩溶蚀率为 $0.12\sim 0.3\text{ mm/a}$,不溶性残留物含量为 1% ,成土过程中元素淋失率为 70% ,石灰土容重剖面加权平均值为 1.66 ,计算得形成 1 cm 厚土层需 $1.3\sim 3.2$ 万年^[2];换算成形成土壤物质量为 $0.522\sim 1.285\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,这也就是喀斯特地区石灰土的土壤允许流失量。或许土壤元素淋失率的计算结果偏高致使计算得土壤允许流失量数值过低。如不考虑成土过程中的淋溶作用和常态侵蚀,仅根据岩石溶蚀率计算,方解石比重为 2.87 ,岩石平均比重以 2.7 计,则土壤允许流失量为 $3.24\sim 8.10\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。喀斯特区尚有部分泥质灰岩等非纯质碳酸盐岩,其不溶性残留物含量可达 30% 以上,并且有时也夹杂有薄层非碳酸盐沉积岩,这些岩石与大面积纯质碳酸盐岩平均计算,残留物含量可定为 5% ,土壤允许流失量则提高到 $16.2\sim 40.5\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。由此可知喀斯特区最大土壤允许流失量也不超过 $50\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。即使定为 $50\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,也仅为水利部 1984 年颁布的我国南方土壤允许流失量 $500\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 的 $1/10$ 。这是喀斯特区土壤侵蚀严重性易被人们所忽视的主要原因。

2 土壤侵蚀强度和侵蚀程度

2.1 喀斯特区土壤侵蚀强度分级指标

水利部 1984 年颁布的土壤侵蚀强度分级指标中,轻度侵蚀的侵蚀模数指标的下限因各土壤侵蚀类型区的土壤允许流失量不同而异,但上限均为 $2\ 500\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。其他各级侵蚀强度的侵蚀模数幅度各土壤侵蚀类型区更是统一的指标。作者认为,根据土壤允许流失量和影响土壤侵蚀的因素,各土壤侵蚀类型区的各级侵蚀强度的指标都应有所不同,这种统一指标更不符合喀斯特区土壤侵蚀实际情况。据已有资料,喀斯特区土壤侵蚀模数多在 $1\ 000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 以下,最大侵蚀模数为云南西畴县西部峰丛地区的 $1\ 300\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,如按上述统一指标则均在轻度侵蚀级别之内,但已造成了极大的危害,土地难以利用,生态环境恶化。这里,初步提出下表的南方喀斯特区土壤侵蚀强度分级指标以供讨论。

表 1 南方喀斯特区土壤侵蚀强度分级指标试拟

级别	无明显侵蚀	轻度侵蚀	中度侵蚀	强度侵蚀	极强度侵蚀	剧烈侵蚀
土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	<50	$50\sim 100$	$100\sim 200$	$200\sim 500$	$500\sim 1000$	>1000

2.2 土壤侵蚀强度和侵蚀程度的关系

由于碳酸盐岩风化缓慢,风化后残留物又少,因而形成的土壤都十分浅薄,且无半风化碎

屑状母质层,土体直接位于基岩之上,多呈 A—B 型或 A—AB 型剖面。喀斯特地形多坡度陡峻,基岩露头满布,地面坎坷,土壤斑状镶嵌于基岩露头之间。也就是说,浅薄的土壤覆于坡面低凹处,因而侵蚀模数不大;随着土壤侵蚀过程的发展,土斑面积不断减少,土层更加浅薄而残存于岩隙和岩面深凹处,使土壤侵蚀模数逐渐减小,当然,如扣除裸岩面来计算,侵蚀模数或许有所增大,但也不会改变侵蚀量逐渐减小的趋势。山地丘陵上的红壤、黄壤剧烈侵蚀后也会出现这一情况,但远不及喀斯特区土壤侵蚀强度和侵蚀程度不一致现象的突出。还应提出的是,石灰土发生层次不明显,植被破坏后土壤有机质迅速分解,使表土层越发不易划分。石灰土虽土层浅薄,但随坡面起伏而变化很大,位于岩隙中的土层仍可达 1m 以上,却也难划分出 C 层。因此,按土壤发生层 A 层或 B 层侵蚀情况划分侵蚀程度,对石灰土来说不一定切合实际,也难掌握。作者认为裸岩面积的比例为依据来划分侵蚀程度或许更符合实际,具体划分指标的确定则有待在实践中进一步探讨。

3 土壤侵蚀的严重性

3.1 土壤侵蚀普遍发生

不少人们对喀斯特区印象是山峰秀丽河水清澈的迷人景象,喀斯特地区也的确有沟壑纵横浊水漫流的状况。但是以石灰土的土壤允许流失量来衡量,则除自然保护区等少数地区外,土壤侵蚀都普遍发生,而且不少地方十分严重。广西农业区划办公室的资料,广西喀斯特区土壤侵蚀面积近 70 万 km^2 ,占喀斯特面积 90% 左右,平均侵蚀模数 $265.5\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,年总流失量达 1 800 万 t 以上。裸岩面积达 70%~80% 的刁江和黑水河流域的侵蚀模数亦达 $170\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。滇东南峰林区土壤侵蚀面积也占 70%,土壤侵蚀模数达 $380\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。如西畴县西部峰丛区观测结果,土壤侵蚀面积占 76%,平均侵蚀模数 $387.7\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。贵州毕节地区占全区面积 86.8% 的喀斯特区强度以上的土壤侵蚀面积占 52.5%。上述土壤侵蚀模数均为土壤允许流失量的 5~10 倍。

3.2 石化面积不断扩大

石化,或称石质化、石漠化,是山地丘陵土壤侵蚀的最严重阶段,也是最终结果。喀斯特山丘石化现象已十分普遍。广西遥感资料,全区喀斯特石化面积 $18\,361\text{km}^2$,占喀斯特面积 23.56%;其中大新、靖西、凤山、东兰、平果、都安、宜山、忻城、崇左等县石化面积更大,占 9 县喀斯特面积的 29.32%。贵州长顺县喀斯特石化面积 537km^2 ,占全县土地总面积的 34.9%,即该县 1/3 以上的面积难以利用。问题的严重性在于,土壤侵蚀加剧使石化面积正在扩大,四川万县地区 1950 年以后因土壤侵蚀而增加的裸岩面积 900km^2 ,平均每年增加 25km^2 ;贵州全省石化面积 1975 年为 $8\,800\text{km}^2$,占全省土地面积 5.0%,1988 年增至 $12\,422\text{km}^2$,占 7.1%,平均每年增加 278.5km^2 ;该省赫章县 1957~1981 年喀斯特石化面积由 207.6km^2 增至 289.7km^2 ,平均每年增加光秃石山 342km^2 ,按此速度,贵州省喀斯特区 500 年后将全部沦为光秃石质山岭,“万物土中生”,无土即无农业,从而可知石化的严重性。

3.3 自然灾害日益频繁

南方喀斯特区具有降水充沛的优越条件,但喀斯特地貌洞穴、裂隙发育,地表水渗漏性强,渗漏系数 0.5~0.7 间,大于同地带非碳酸盐岩地区 2~3 倍,大量地表水转入地下,形成“地上干旱一片,地下水流滚滚”的水土不匹配局面,成为热带亚热带“生理干旱”区。土层薄,石化面积大,植被破坏后,使地表涵蓄水分能力更弱,旱季干旱严重影响着农业生产和植被的恢复。随

着土壤侵蚀的发展,石化面积的扩大,旱灾更加频繁。广西全区年平均受旱面积 50 万 hm^2 ,占耕地面积的 19.5%,主要集中在喀斯特地区。如河池地区 1969 年秋旱面积 3.73 万 hm^2 ,其中喀斯特地区 3.03 万 hm^2 ,占 81%。统计资料表明,50 年代至 80 年代旱灾面积不断扩大,频率不断提高,如喀斯特面积占 78% 的广西东兰县,50 年代 10 年 1 旱,60 年代 10 年 4 旱,70 年代 10 年 8 旱,80 年代年年受旱。干旱使旱季人畜用水困难,尤以峰丛地区突出。广西 27 个喀斯特县缺水地区约 300 万人,占总人口 32%,其中都安县占总人口 61.8%。由于喀斯特区地表水系不完善,雨季光秃石山雨水直泻而下,如都安县的澄江和刁江洪水期和枯水期水量相差 500 倍。因而封闭洼地、盲谷中雨季涝灾又不断发生。广西平均每年受涝面积 6.67 万 hm^2 左右,也主要集中在喀斯特区。

4 防治水土流失的途径

4.1 发展林业,恢复植被

丘陵山地区土壤保持的根本途径是发展林业恢复植被,喀斯特山丘更应如此。广西弄岗、贵州茂兰、湖北神农架、湖南八大公山等自然保护区,虽也是石骨嶙峋,但植被茂密,基岩露头和树干苔藓满布,土壤湿润,沟溪流水不断,一片山清水秀景色,充分体现了森林对防止土壤侵蚀和地面涵蓄水分的重要作用。然而,目前广大喀斯特山丘植被破坏严重,如川、滇、黔、桂四省(区)喀斯特区的森林覆盖率平均仅 10%,大多喀斯特山丘的被覆为稀疏灌丛和中低草地,甚至有寸草不生的现象,造成土壤侵蚀和干旱都十分严重。

近二三十年来,广西、贵州、四川等地在喀斯特山丘上造林取得了不少成功的经验。特别是四川珙县 1975 年以来营造人工林达 2.67 万 hm^2 ,现已产生了良好的生态效益和经济效益。但在侵蚀严重的喀斯特山丘上按一般方法整地造林因土层薄、干旱严重而成活率低,且易加速土壤侵蚀。各地经验表明,封山育林是喀斯特区植被恢复快、生态效益好、节省劳力的有效途径。湖南兰山县的楠市,光秃石丘封山 18 年成林,计有乔木 51 种,林冠郁闭度 0.8 以上,形成草、灌、乔结合多层次自然植被,保持土壤作用强。森林郁闭以后在土层厚的地方和坡麓,选择耐旱、喜钙和根系穿插力强的树种营造人工林。由于石灰土上植物生长缓慢,为防止土壤侵蚀,对现有森林应采取间伐,以保持砍伐量与生长量的平衡。

4.2 发展复合农林业,提高生产水平

喀斯特区,尤其是桂西北、黔南、黔西南等地,不少耕地散布于山坡基岩露头之间,一亩耕地数十块甚至上百块,一年种植一次玉米,公顷产仅数百 kg ,却加剧了土壤侵蚀,应退耕还林。但有些农村除此之外别无耕地,因此,当前要全部退耕还林尚不现实,可采取农林间作方式以保持水土,即在地块下方种植树木,同时分散的地块也应梯田化。贵州兴义县一些喀斯特区的这种分散耕地,70 年代开始石砌梯埂建成水平梯田,使玉米公顷产由 750 kg 左右增至现在的 2 250~2 400 kg ^[3]。盆地、谷地中的耕地地埂可散种龙眼、柑桔、桑树、柏木等。坡麓地带则采取林药间种。此外,盆地中耕地还应提高复种指数,推广间作套作,发展蔓茎作物,在时间和空间上增加地面覆盖,对防止水土流失上也有一定的意义。

4.3 发展经济植物,提高经济效益

石灰土上林木成材年限长,喀斯特区又多为贫困地区,缩短周期提高经济效益是搞好水土保持的经济基础,发展经济植物则是提高经济效益的重要途径。喀斯特区石灰土上特有的和最适宜的经济植物很多,尤其是药用植物,如在广西弄岗就有 74 种,大多适宜于林下荫湿环境,

如田七、杜仲、天麻、厚朴、山茱萸等,可在坡麓地带林下发展,推行林药间种。

喀斯特区是一独特而脆弱的生态系统,防治艰巨而成效缓慢,是长期的任务。

参考文献

- 1 卢耀如等. 中国岩溶(喀斯特)发育规律及其若干水文地质工程地质条件. 地质学报,1973,(1):121~136
- 2 韦启璠,陈鸿昭,黄钺,教剑英. 广西弄岗自然保护区石灰土地球化学特征. 土壤学报,1983,20,(1):30~41
- 3 李仲林,韦启璠主编. 西南农业发展与战略研究. 科学出版社,1991,21~22

(上接第31页)

都具有破坏容易治理难的特点。之四,它们的社会生态效益都十分巨大。

5.2 大气污染加剧水土流失

安庆市大气污染范围广,程度严重。每年废气排放量达60亿 m^3 。宿松、怀宁磷肥厂由于制酸尾气的污染,周围农作物减产,严重时颗粒无收。太湖县因大气污染出现降雨偏酸的现象,加速了土壤退化。

5.3 提高厂矿固体废弃物的利用率,有利于保护水土资源。

安庆市大中厂矿每年产生固体废弃物58.4万t,加上乡镇企业和个体厂矿,废弃土石远超过100万t。而综合利用率仅为25%以下。搞好环境保护,既不让废物流失,又要开展综合利用,提高效益。

5.4 风景区的环境保护给水土保持与旅游开发结合提供了思路

潜山县天柱山风景区由于采取了封育措施,森林覆盖率高。人工景点开发兴建中,也注意到水土保持,做好规划,控制水土流失。同时,利用植被好、水源涵蓄能力强的优势,兴建了茶庄水库,集灌溉、旅游、调峰效益于一体,大大提高了工程的综合效益。

参考文献

- 1 陈百根,赵知觉主编. 国土综合开发规划研究丛书. 环境与资源的保护,北京:中国计划出版社,1990
- 2 黄永革,孟云侠. 皖河输沙量的初步分析. 安徽水利科技,1994(1)
- 3 郑克谦等. 黄柏河流域综合治理后的河床演变及对策. 中国水土保持,1994(6)
- 4 许润生. 安庆市长江河势稳定与港口建设问题. 安徽水利科技,1994(6)
- 5 陶芳明. 浅析森林植被在洪灾中的影响. 安庆林业,1994(1)
- 6 刘和平. 大沙河上游山区水毁情况分析. 中国水土保持,1991(12)
- 7 张碧岭,刘贯琼审稿. 水土保持林的效益. 江西水利专科学校编,1984