

我国亚热带土壤侵蚀的生物工程治理

史学正 于东升

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

摘要 我国亚热带具有丰富的水热资源,物产丰富,但由于不合理的土地利用使土壤侵蚀仍有不断增加的趋势,其原因是由于这一地区降雨侵蚀力大;地貌以丘陵和山地为主,坡度较大;土壤的可蚀性较高以及在本世纪经历了四次较大规模的森林毁坏。本区按土地利用不当引起的土壤侵蚀类型可划分成农用耕地侵蚀和裸地稀疏林地侵蚀。按土壤侵蚀程度、独特的成土母质以及土地利用分别阐述了各种生物工程治理措施。

关键词 中国亚热带 土壤可蚀性 土壤侵蚀类型 生物工程治理。

Bio-engineering Harnessment of Soil Erosion for National Subtropic Zone

Shi Xuezheng Yu Dongsheng

(Nanjing Soil Institute of Chinese Academy of Sciences Nanjing 210008)

Abstract There are richer water and heat resources and much more plant and animal products could be produced in the national subtropic zone. However, unrational soil uses for long term period have made the soil erosion more severe. The reasons caused this trend is partly to more heavy of the rainfall erodibility, more slopy of the hillyfields, and more erodible of soil types, especially for the larger scale forestry damaging since 20th century. The soil erosion types could be divided into two ones, agri-tillable soil erosion and barren tree soil erosion. Based on the soil erosion scales, soil materials and soil use targets, the author elaborated the various bio-engineering harnessment measures respectively.

Key words Chinese subtropic zone soil erodibility soil erosion types bio-engineering harnessments

我国长江以南热带亚热带面积为 $2.18 \times 10^6 \text{ km}^2$, 占全国总面积 22%。这一地区雨量充沛,气候温暖湿润,年均温 $14 \sim 28^\circ\text{C}$, 10℃积温为 $4500 \sim 9200^\circ\text{C}$, 年降雨量 $1200 \sim 2500 \text{ mm}$ 。各种生物资源丰富,是我国粮、油、糖的主要产区之一。这一地区耕地面积仅占全国的约 28%,而谷物产量却占 42.72%。橡胶、热带水果如香蕉、菠萝、荔枝、龙眼全部产于此地,柑橘、茶叶和桐油的绝大部分产区也分布于这一地区。但占全国 43%的人口生活在这一地区,这样人多地少的矛盾十分突出。本区土地利用方式多样,农业生产在最近几十年都得到了很大的发展,但由于长期巨大的人口压力,采取了种种不合理的土地利用方式,致使本区不少地区产生了土壤侵蚀,威胁

着农、林、牧业生产和影响人类的生存环境, 如何采取各种生物工程治理土壤侵蚀是我们面临的重要课题。

1 土壤侵蚀现状和原因

1.1 土壤侵蚀现状

50年代本区土壤侵蚀面积为60万 km^2 , 80年代增至69万 km^2 ^[1]。本区东部地区1993年的土壤侵蚀面积为24.8万 km^2 , 占总土地面积的21.47%, 其中轻度、中度和强度侵蚀面积分别为11.2、7.8和5.8万 km^2 , 分别占土壤侵蚀面积的45.13%、31.39%和23.41%。由江西、湖南、福建、广东和广西五省区的调查表明, 其土壤侵蚀面积比50年代增加了236.5%, 比80年代增加18.4%, 1993年与80年代相比, 江西、福建和湖南三省土壤侵蚀面积共增加了4.88万 km^2 , 而广东、海南和广西三省区则减少2.06万 km^2 ^[2]。不少地区土壤侵蚀的治理速度低于新增土壤侵蚀面积的速度, 老的侵蚀区不但其侵蚀程度在不断增加, 而且新的土壤侵蚀面积也在不断扩大。

1.2 土壤侵蚀自然成因

本区年降雨量大, 且年内降雨分布极不均匀, 多集中在3~6月间, 这几个月的降雨量约占年降雨量的一半, 最大日降雨量可达200~300 mm, 最大月降雨量超过800 mm^[3], 江西鹰潭的降雨侵蚀力 R 值达到400多(单位: $17\text{MJ} \cdot \text{mm}/\text{hm}^2 \cdot \text{h}$)^[4]。根据王万忠计算, 广州和桂林的 R 值都超过1000^[5], 这表明本区的降雨侵蚀力很大, 存在着引起土壤侵蚀的外部条件。本区地貌素有“七山一水二分田”之称, 以丘陵和山地为主, 坡度较大。本区成土母质主要由花岗岩、紫红色砂页岩、石灰岩和红砂岩组成, 其中花岗岩分布在江西、福建、广东等省, 面积达到10多万 km^2 , 紫红色砂页岩主要分布于四川、湖南和广东等省, 面积约22万 km^2 , 石灰岩主要分布于广西、贵州、云南和四川, 其面积占四省区总面积的38%^[6]。由于这些岩石发育的土壤都有较高的可蚀性, 据田间测定, 紫色土和红砂岩发育雏形土(红壤)的土壤可蚀性 K 值在0.40以上, 这表明该地区存在着发生严重土壤侵蚀的内在危险因素。

1.3 土壤侵蚀的人为加速

植被在自然界中对防止水土流失起着十分关键的作用, 尽管本区有很高的降雨侵蚀力, 土壤可蚀性亦较高, 但在本世纪20年代以前, 由于植被覆盖度高, 所以, 广大地区仍是绿山清水的良好环境。后来由于战争和农村政策上的失误, 导致本区从本世纪20年代到80年代土壤侵蚀面积大幅增加, 在这个时期, 森林遭到四次较大规模的破坏, 第一次是20年代到40年代的战争; 第二次是50年代末, 各地掀起的全民“大炼钢铁”高潮, 不少地方组织成千上万的人进山, 砍树烧炭, 使大片原始林、次生林毁于一旦, 不少百年大树被伐殆尽。树林被毁掉后, 肥沃的表土很快就被冲刷了。1958年以前广西壮族自治区大明山林区有森林5.91万 hm^2 , 1958年就砍掉森林2.09万 hm^2 , 占原来森林面积的35.4%^[7]。第三次是在10年“文革”期间, 各地掀起“以粮为纲”, 大搞开山造田, 大肆砍伐林木。据湖南靖县统计, 这10年毁林面积相当于解放以来30年里累计造林面积的总和。第四次是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。

2 不同土地利用引起的土壤侵蚀类型

2.1 农用坡耕地侵蚀

本区农用坡耕地约占旱地面积的一半, 贵州、四川和广西四省区, 陡坡耕地分布面积广, 其中

贵州 25° 以上的坡耕地约有 53 万 hm^2 , 占全省耕地面积的 28.6%^[8]。由于多数坡耕地没有水土保持设施, 不合理的顺坡耕作和轮歇耕种, 再加上在降雨量多的季节, 油菜、小麦、玉米和薯类等到农作物之间换茬, 耕作翻动, 地面覆盖少, 因此其水土流失严重, 成为当地主要土壤侵蚀和产沙区。贵州 25° 坡耕地的侵蚀量占当地总侵蚀量的 77.9%^[9], 据四川紫色土地区 15~20° 的坡耕地观测, 土壤流失量最大的可达 34 400 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ^[10]。西南四省区 40 多万 km^2 的碳酸岩地区陡坡耕地流失的后果特别严重。由于这种岩石发育的土层薄, 成土速度慢, 因此, 陡坡耕地经过若干年流失后, 土壤便石质化, 成为石山或半石山景观。贵州石质化面积已从 1975 年的 8 800 km^2 扩展到 1988 年的 12 400 km^2 ^[11], 石山形成后土壤基本上不能利用, 即使能利用, 其面积很小且分散, 0.07 hm^2 耕地往往要数十块以至上百块的土地拼凑而成; 致使生态环境急剧恶化, 其具体表现为大范围地表水源奇缺, 旱情严重, 植被稀少, 使气候反常, 大风、洪涝、干旱等自然灾害更加频繁。

2.2 林果园等坡地侵蚀

本区丘陵和岗地都广泛地栽种柑橘、桃、李、杨梅、菠萝等水果以及茶叶、油茶、油桐等经济林木。其中茶叶、柑橘、油茶、油桐面积分别为 91, 72, 408 和 97 万 hm^2 。这些果树或经济林木多种植在坡地上, 由于这些林果园层次单一, 强度降雨季节又往往在树下无其它地面覆盖物, 特别是幼年的林果园, 植被覆盖度少, 再加上管理不善, 成了跑水、跑土、跑肥的“三跑地”, 水土流失严重。福建省 45.8% 的园地受到侵蚀^[12], 12.2 万 hm^2 茶园中, 受到侵蚀的土壤高达 66.1%, 居各种农业用地之首, 幼龄茶园水土流失尤为严重, 据浙江上华茶场观测, 幼龄茶园坡度为 5° 时, 土壤侵蚀量达 4 960 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。坡度为 20° 时, 其侵蚀量达 17 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ^[13]。

2.3 裸地稀疏林地侵蚀

裸地和稀疏林地侵蚀是本区东南几省丘陵和山地分布面积最广的类型, 江西丘陵山地的水土流失面积从 50 年代的 110 万 hm^2 增加到现今的 345 万 hm^2 , 增加了 2.5 倍, 平均每年净增 6.7~8.0 万 hm^2 ^[14], 本区的丘陵山地曾是常绿阔叶林, 由于解放前的战火; 50 年代后的陡坡开荒和铲草皮, 森林采伐量大大高于生长量, 全垦全种的造林和大面积皆伐森林等造成植被严重破坏, 水土流失一直很严重。据统计海南省“刀耕火种”游耕毁林共 210 万 hm^2 , 年水土流失总量近 2 亿 m^3 ^[15]。冲蚀成连片的“白沙岗”地, 其严重流失区的坡面侵蚀量可达 13 000 $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 以上^[16]。一向认为侵蚀程度较低的华南各省低丘第四纪红色黏土地区, 在稀疏马尾松林低丘顶部已出现如沙丘形状的“红色沙漠”。

3 生物工程治理

3.1 中轻度土壤侵蚀区

对尚保留 A 层的中轻度非耕地土壤侵蚀流失区, 应该利用本区优越的水热条件, 利用植物演替规律恢复植被, 采取“封山育林、定期开山”, 以逐步恢复自然植被。同时根据不同的立地条件, 实行带状、块状或穴状造林^[16]。一般在红壤荒地上先锋树种是阳性树种马尾松, 在马尾松荫底下出现阔叶树种, 随着土壤肥力的提高, 进一步可以演替为阔叶林。在亚热带地区, 封山育林大约 10 年, 林木可以郁闭, 飞机播种可以加速这一过程。对那些立地条件较好, 有条件营造人工林的地区应该强调营造针阔混交林。目前我国南方的人工林中 95% 以上是杉木和其它针叶林, 杉木确实生长快, 木质优良, 易加工。但是在实践中, 杉木连栽一代不如一代, 这主要是杉木林生物循环中, 回归给土壤的养分不如阔叶林, 针阔叶混交林不但可以利用当地水热条件实行永续林

业,而且保水保土优于纯针叶林。

3.2 强度土壤侵蚀区

对土壤几乎没有A层,甚至没有B层的强度土壤侵蚀流失区,仅仅用生物工程已很难防治土壤侵蚀,而必须把生物工程措施与田间工程措施结合起来,先建水平梯田、水平台地、隔坡梯田、水平沟等,以提高保水保土能力,然后植树植草。对于这种地区,如果营造速生丰产林,花工大成本高,如待其“自然恢复”速度缓慢,可营造先锋树种,如马尾松(*Pinus massoniana*)、黄檀(*Dalbergia hupeana*)、枫香(*Liquidambar formosana*)、木荷(*Schima confertiflora*)等以及胡枝子、紫穗槐等灌木。这几种植物抗逆性强、生长快,经若干年待土壤环境得到改善后,再营造经济价值较高的树种,以建立新的植物群落。华南植物所在广东鹤山筛选出了光合效率高、固氮活性强的马占相思(*Acacia Mangium*)、绢毛相思(*A. holosericea*)和南洋楹(*Albizia falcata*)等速生丰产的豆科树种进行推广,加速了当地荒山的绿化^[17]。

3.3 紫红色沙页岩区

对于紫红色沙页岩地区,紫红色沙页岩由于岩性松脆,极易风化,也很容易遭受侵蚀而流失,在侵蚀流失过程中表层剥蚀与浅沟侵蚀交替进行为特征,其疏松的风化碎屑物,一遇到大雨,就从地表剥蚀,由地面上部冲击到下部,这种侵蚀沟的沟口宽度为沟底的10~20倍,为沟深的3.5~4倍,切沟深度常在50~200 mm之间,紫红色砂页岩发育的土壤虽易流失,但易开垦再造。前一年把砂页岩进行爆破疏松,经冬季冰冻粉碎后即成为土壤,第二年便可耕种,且这些土壤含有丰富的植物矿质营养,特别种植烟草和花生之类等经济作物,不但产量高,而且品质特优。因此,在治理过程中应利用其特点,先可用爆破方法,使紫红色砂页岩岩块破碎,然后修地进行种植利用,适宜的农作物有烟草、豆类和花生;乔木有银合欢、川楝和黄檀等;灌木有夹竹桃、胡枝子;草本有龙须草、银丝草和剑麻等。

3.4 崩岗地区

崩岗是发生在我国亚热带具有深厚疏松花岗岩风化物分布的地区,是一种独特的深沟剧烈侵蚀类型,它是由流水与重力共同作用下形成的,据观察测定,其侵蚀量在 $900 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$ ^[18]以上。发生崩岗的地区,其风化壳的颗粒组成中黏粒占约5%,粉粒占60%。崩岗侵蚀下来的泥沙常埋没农田,淤塞河道和水库。广东五华新一村被泥沙埋没的耕地就有 3.6 hm^2 。在崩岗侵蚀治理过程中采用“上拦,下堵,中间削,内外绿化”的办法,即首先在崩岗的顶部坡面修筑天沟或水平沟,把上面坡面径流引到不会产生侵蚀的地方,控制沟头的发展;其次,在崩岗口建谷坊,拦蓄泥沙,抬高侵蚀基准面,稳定崩脚。对较陡峭的崩壁,在条件许可时实施降坡建小台地,减少崩塌,为崩壁绿化创造条件;第三,在降坡建成的小台地上种植糖蜜草、大叶相思和绢毛相思或剑麻等。崩岗内淤积地可种植青皮竹、尾叶桉、南洋楹、湿地松和拐枣等,对于土层深厚,灌溉便利的地方,可种植桃、李、香蕉、荔枝、酸梅和杨桃等果树。谷坊堤坝内外种大叶相思、湿地松、黑荆、芒萁草等,形成“绿色堤”。据研究,经治理后的三年内,一个崩岗区的年均侵蚀量从418 t减至20 t,治理取得了明显的成效^[18]。

3.5 坡耕地和林果地土壤侵蚀区

对于坡耕地,在地块下方种植1~2 m宽,保水保土性强,覆盖面大,又具经济价值的灌草带,如黄花菜、刺梨和黄麻等。对有条件的坡地要重视和强调建设立体的,季节上无间断的集约利

用植被, 它既可解决农民的长短期收入, 提高作物、经济林木和果园的产量, 又可增加植物覆盖层次, 治理水土流失。我国在红壤坡地利用中已有成功的例子, 如云南樟茶间作, 第一层是桫欏树, 第二层是樟树, 第三层是茶树; 海南岛的胶——茶间作, 第一层是橡胶树, 第二层为茶或胡椒、咖啡、可可; 第三层是花生、大豆或毛蔓豆、葛藤。

参考文献

- 1 龚子同, 史学正. 我国热带亚热带土壤合理利用和土地退化的防治. 红壤生态系统研究(第一集), 北京: 科学出版社, 1992. 14 ~ 21
- 2 梁音, 张桃林, 史德明. 南方红壤丘陵区土壤侵蚀评价. 红壤生态系统研究(第三集), 北京: 科学出版社, 1995. 50 ~ 56
- 3 史学正, 史德明. 综合利用我国红壤资源防治水土流失. 水土保持学报, 1992, 6(1): 33 ~ 39
- 4 史学正, 于东升, 邢廷炎. 用田间实测法研究我国亚热带土壤的可蚀性 K 值. 土壤学报, 1997, 34(4): 399 ~ 405
- 5 王万忠, 焦菊英, 郝小品. 中国降雨侵蚀力 R 值的计算与分布(1). 水土保持学报, 1995, 9(4): 5 ~ 18
- 6 杨艳生. 我国南方主要侵蚀类型区及水土保持经验. 中国土地退化防治研究, 北京: 中国科学技术出版社, 1991. 189 ~ 193
- 7 中国科学院南方山区综合科学考察队. 中国亚热带东部丘陵山区水土流失与防治. 北京: 科学出版社, 1989. 1 ~ 184
- 8 柴宗新. 长江珠江上游地区水土流失的特点及其潜在威胁. 中国水土保持, 1988(8): 2 ~ 4
- 9 朱安国. 长江上游水土流失及防治问题. 中国土地退化防治研究, 北京: 中国科学技术出版社, 1990. 200 ~ 202
- 10 何毓蓉. 四川盆地丘陵区紫色土肥力退化与防治. 中国土地退化防治研究, 北京: 中国科学技术出版社, 1990. 350 ~ 354
- 11 林昌虎. 贵州喀斯特山地石化初探. 中国土地退化防治研究, 北京: 中国科学技术出版社, 1990. 318 ~ 320
- 12 连育青. 防治土壤侵蚀. 促进福建生态良性循环, 水土保持通报, 1988, 8(1): 34 ~ 39
- 13 王晓萍等. 茶园土壤地力退化现状及其防治途径. 中国土地退化防治研究, 北京: 中国科学技术出版社, 1990. 355 ~ 360
- 14 许少林. 关于水土流失和治理问题. 中国水土保持, 1986, (2): 2 ~ 4
- 15 卢俊培. 我国热带亚热带地区刀耕火种及不合理的经营利用与土地退化问题浅析. 北京: 中国土地退化防治研究. 中国科学技术出版社, 1990. 156 ~ 158
- 16 史德明等. 土壤侵蚀与土地退化. 中国土地退化防治研究, 北京: 中国科学技术出版社, 1990. 179 ~ 184
- 17 余作岳. 广东南亚热带丘陵荒地退化生态系统的植被恢复及优化模式探讨. 热带亚热带森林生态系统研究(7), 北京: 科学出版社, 1990. 1 ~ 11
- 18 钟继红, 唐淑英, 谭军. 南方山区花岗岩风化壳崩岗侵蚀及其防治对策. 水土保持通报, 1991, 11(4): 25 ~ 28