

我国南方山区土壤退化及其防治

何毓蓉

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 我国南方山区土壤退化成因主要是土壤及生态系统的脆弱性、人地系统矛盾尖锐、土壤侵蚀的动力作用、盲目开发和工矿建设的影响。应从建设本区稳定平衡的生态系统、调整农业结构、建立持续发展的农业优化模式和政策上采取防治土壤退化的措施。

关键词 南方山区 土壤退化 成因 防治

南方山区主要包括东南丘陵区、华南丘陵区、西南高原区和四川盆地区,地跨 15 个省区,土地面积 218 万(km)²。本区地处热带亚热带,雨热同期,自然资源丰富。但随着经济发展、人口增长、生态环境变迁,南方山区的资源、环境问题日益突出。其中土壤退化造成土壤肥力降低以至丧失,对区内农业持续发展带来严重影响^[1]。

1 自然环境概况

南方山区多具季风气候,年均温 13—22℃,≥10℃积温 4 000—6 500℃,无霜期 230—350d,年降水量 1 200—2 000mm。热量雨量丰沛,农业利用率也较高。但洪涝、干旱等较频发。区内海拔多 200—1 000m,西南高原区海拔一般 800—3 000m,四川盆地区海拔多 350—1 500m,其他地区海拔较低,地貌复杂多样。植物生长速度快,生物量高。林木生长量达 10—20t/(ha·a)。农作物多一年两熟或一年三熟。

土壤主要为红壤、黄壤、紫色土等。这些土壤都存在性状缺陷和肥力问题,如红壤的酸性、粘重、缺磷钾等^[2];紫色土的耐旱性差、易受侵蚀等^[3]。土壤有易退化潜在内因。

2 土壤退化特征与分类

2.1 土壤退化特征

我国南方山区土壤退化主要有以下特征。

1. 土壤粘重化 受母质及其强烈风化的影响,土壤中粘粒(粒径<0.002mm)含量偏高。粘粒含量:江西丘陵发育于第四系红土母质上的红壤 40.8—44.7%^[4],广西丘陵发育于第四系红土和第三系邕宁群沉积物母质上的红壤 39.5—74.7%,广东南岭发育于玄武岩风化母质上的赤红壤 42.2—51.6%^[5],云南高原发育于第四系黄色粘土母质上的燥红土 28.4—41.1%^[6]。

2. 土壤粗骨沙化 由侵蚀作用使土壤中细分散相淋蚀,粗颗粒或沙粒含量过高^[7]。如四川盆地发育于飞仙关页岩母质上的紫色土>0.2mm 的粗颗粒达 22.5—55.6%^[3]。

3. 土壤水分不调 区内虽降水多较丰沛,但季节分配不均及地貌不同类型或部位的影响,土壤水分差异很大. 若土壤性状退化,水分不调(干旱或积涝)便十分突出.
4. 土层浅薄化 因侵蚀作用引起土层厚度变薄:活土层浅薄化,或全土层浅薄化. 区内多见于岗地顶部、陡坡地,以石山区和紫色丘陵区分布较广.
5. 障碍层及其高位化 障碍层指阻碍水分运移、根系生长的特殊土层,如沙姜层、盘层、砾石层等,且出现深度 $<50\text{cm}$.
6. 土壤酸化 分布于区内的红壤、赤红壤、砖红壤、黄壤、准黄壤、水稻土等土壤酸化较普遍,土壤活性酸度 pH 多 $4.0\text{--}5.0$.
7. 土壤石灰化和碱化 出现在富含石灰质的紫色母岩发育成的紫色土,石灰岩母质发育成的粗骨性石灰土,少量属矿化地下水影响的盐碱土,以及变性土. 如四川盆地石灰性紫色土 CaCO_3 含量 142.0g/kg , pH $8.0^{[3]}$; 云南高原变性土 CaCO_3 含量 236.6g/kg , pH $8.8^{[6]}$.
8. 土壤养分贫瘠化 区内淋溶作用强,有机质矿化速度快,土壤养分损耗多,耕垦后施肥不足,即可造成土壤养分(如有机质、氮、磷、钾等)的过度消耗而贫瘠化.
9. 土壤污染毒化 在城郊区及工矿区,受“三废”排放的影响,使土壤中有毒物质含量积累. 如重庆市南桐矿区的土壤汞含量 2mg/kg ,超过背景值 24 倍;铅含量 31.7mg/kg ,超过背景值 1.8 倍^[8].
- 区内其他土壤退化现象(如土壤板结化、盐渍化、潜育化、变性化等)也较普遍.

表 1 我国南方山区土壤退化分类及其指标

Tabal 1 Classification and indices of soil degradation in mountainous region of South China

| 一级退化类型 | 二级退化类型 | 主要退化指标 |
|---------|---------|--|
| 土壤物理性退化 | 土壤水分不调 | 干旱化,年内土壤水分控制层段(10—30cm)水吸力 $>15\times10^5\text{Pa}$ 在 6 个月以上 积涝化,年内土壤水分控制层段(10—30cm)土壤水饱和状态在 6 个月以上 |
| | 土壤粗骨沙化 | 土壤颗粒直径 $\geq 0.02\text{mm}$ 组分 $\geq 60\%$ 或 $\geq 0.2\text{mm}$ 组分 $\geq 30\%$ |
| | 土壤粘重化 | 土壤颗粒直径 $\leq 0.02\text{mm}$ 组分 $\geq 60\%$ 或 $\leq 0.002\text{mm}$ 组分 $\geq 30\%$ |
| | 土壤板结化 | 土壤表层(10—30cm)容重 $\geq 1.30\text{Mg/m}^3$ |
| 土壤构造性退化 | 土壤浅薄化 | 表土层厚度 $\leq 14\text{cm}$ 或全土层厚度 $\leq 50\text{cm}$ |
| | 障碍层 | 土壤剖面中出现沙姜层、粘盘层、铁盘层等,出现部位 $\leq 50\text{cm}$ |
| | 土层缺失 | 土壤剖面的 A 层(活土层、腐殖层)或 B 层(心土层、淀积层)缺失 |
| 土壤化学性退化 | 土壤酸化 | 土壤活性酸度 $\text{pH}\leq 5.5$ |
| | 土壤石灰化 | 全土层土壤 CaCO_3 含量 $\geq 10\text{g/kg}$ |
| | 土壤碱化 | 土壤活性酸度 $\text{pH}\geq 9.0$ |
| | 土壤污染毒化 | 土壤中污染元素及有毒有机物超过环保有关指标 |
| 土壤营养性退化 | 土壤贫有机质化 | 土壤活性有机质含量 $\leq 6.0\text{g/kg}$ (旱地)或 $\leq 0.8\text{g/kg}$ (水田) |
| | 土壤贫氮化 | 土壤全氮含量 $\leq 0.5\text{g/kg}$ 或碱解氮 $\leq 30\text{mg/kg}$ |
| | 土壤贫磷化 | 土壤速效磷含量 $\leq 5\text{mg/kg}$ 或土壤全磷含量 $\leq 0.4\text{g/kg}$ |
| | 土壤贫钾化 | 土壤速效钾含量 $\leq 30\text{mg/kg}$ 或土壤全钾含量 $\leq 10\text{g/kg}$ |

注:未注明层次的土壤退化指标值均指 A 层或耕层测定值;三级退化类型按退化程度划分为强度、中度和轻度三类,其指标值另拟.

2.2 土壤退化分类及指标体系

目前国内外土壤退化分类尚无统一的系统和方法,有以土壤退化成因分类,有以土

壤退化性状分类,也有以土壤肥力退化特征分类等^[9-12]. 笔者研究提出综合分类法^[13,14],即以土壤肥力退化特征为基本分类单元,再以其属性归划上一级分类单元,并按土壤退化程度划分下一级分类单元. 这样能表明土壤退化特点、退化属性和成因、退化程度.

本区的土壤退化主要类型及其鉴别、分类指标,列于表 1 (见本期第 111 页).

3 土壤退化现状

按表 1 对我国南方山区土壤退化现状进行了分析和分区评价(表 2).

表 2 我国南方山区土壤退化现状
Tabal 2 Soil degradation status in mountainous region of South China

| 分 区 | | 土壤物理性退化 | | | 土壤构造性退化 | | 土壤化学性退化 | | | 土壤营养性退化 | | | |
|-------|--------------|---------|--------|--------|------------|--------|---------|--------|----------|------------|--------|---------|--------|
| | | 粘重化 | 粗骨沙化 | 水分不调 | 土 层 浅薄化 | 障碍层 | 酸化 | 石灰化和碱化 | 污染 毒化 | 贫有机 质 化 | 贫氮化 | 贫磷化 | 贫钾化 |
| 东南丘陵区 | 面积 (万 ha) | 96.73 | 18.27 | 245.03 | 56.03 | 27.84 | 243.99 | 20.33 | 5.18 | 69.33 | 43.45 | 365.00 | 267.11 |
| | 比率 (%) | 10.8 | 2.0 | 27.5 | 6.3 | 3.1 | 27.3 | 2.3 | 0.6 | 7.7 | 4.9 | 40.9 | 29.9 |
| 华南丘陵区 | 面积 (万 ha) | 94.67 | 117.04 | 353.37 | 142.45 | 28.05 | 273.30 | 28.05 | — | 115.38 | 132.77 | 405.08 | 324.59 |
| | 比率 (%) | 12.5 | 15.5 | 46.8 | 18.9 | 3.7 | 36.2 | 3.7 | — | 15.3 | 17.6 | 53.7 | 43.0 |
| 西南高原区 | 面积 (万 ha) | 189.79 | 61.59 | 12.78 | 256.14 | 142.36 | 157.86 | 48.64 | 7.92 | 183.49 | 175.68 | 505.59 | 285.46 |
| | 比率 (%) | 19.0 | 6.2 | 1.3 | 25.6 | 14.2 | 15.8 | 4.9 | 0.8 | 18.4 | 17.6 | 50.6 | 28.6 |
| 四川盆地 | 面积 (万 ha) | 64.18 | 14.38 | 189.19 | 80.45 | 48.58 | 27.33 | 104.50 | — | 142.68 | 120.66 | 327.62 | 70.45 |
| | 比率 (%) | 8.4 | 1.9 | 24.8 | 10.5 | 6.4 | 3.6 | 18.9 | — | 18.7 | 15.8 | 42.9 | 9.2 |
| 全 区 | 面积 (万 ha) | 445.37 | 211.28 | 800.37 | 535.07 | 246.83 | 702.48 | 201.52 | 13.10 | 510.88 | 472.56 | 1603.29 | 947.61 |
| | 比率 (%) | 13.9 | 6.6 | 25.0 | 16.7 | 7.7 | 21.9 | 6.3 | 0.4 | 15.9 | 14.7 | 50.0 | 29.5 |

3.1 东南丘陵区的土壤退化

本区位于长江中下游平原以南,武陵山脉以东;土地面积 68.27 万(km)²,耕地面积 892.72 万ha;主要包括:江南丘陵、南岭丘陵和浙闽丘陵. 本区土壤退化状况是:土壤贫磷化,分布面积 365.00 万ha,占耕地面积 40.9%;土壤贫钾化,分布面积 267.11 万ha,占耕地面积 29.9%;土壤水分不调,分布面积 245.03 万ha,占耕地面积 27.5%;土壤酸化,分布面积 243.99 万ha,占耕地面积 27.3%.

3.2 华南丘陵区的土壤退化

本区位于戴云山—南岭一线以南;土地面积 46.37 万(km)²,耕地面积 763.22 万ha;主要包括:闽南丘陵区、南粤丘陵区、滇南高原区、海南丘陵区、桂东丘陵区、桂南与滇东南山区. 本区土壤退化状况是:土壤贫磷化,分布面积 405.08 万ha,占耕面积 53.7%;土壤贫钾化,分布面积 324.59 万ha,占耕地面积 43.0%;土壤酸化,分布面积 273.30 万ha,占耕地面积 36.2%;土壤水分不调 353.37 万ha,占耕地面积 46.8%.

3.3 西南高原区的土壤退化

本区含滇中滇北、黔、桂西北、湘西、鄂北鄂西南、川南地区;土地面积 62.16 万(km)²,耕地面积 999.17 万ha;主要包括:武陵山区、黔中山原区、桂西北黔西南山区、川滇黔高原山区、滇中山原区、滇西北高山区。本区土壤退化状况是:土壤贫磷化 505.59 万ha,占耕地面积 50.6%;土壤贫钾化 285.46 万ha,占耕地面积 28.6%;土层浅薄化 256.14 万ha,占耕地面积 25.6%。

3.4 四川盆地区的土壤退化

本区土地面积 16.55 万(km)²,耕地面积 763.22 万ha。本区土壤退化状况是:土壤贫磷化 327.62 万ha,占耕地面积 42.9%;土壤水分不调 189.19 万ha,占耕地面积 24.8%;土壤石灰化和碱化 104.50 万ha,占耕地面积 18.9%。

综上所述,我国南方山区土壤退化的一般状况是:土壤贫磷化普遍,多数地区土壤贫钾化,较多地区土壤水分不调和土壤酸化。整个南方山区各类土壤退化依严重程度排列次序是:土壤贫磷化(分布比率 50.0%)、土壤贫钾化(分布比率 29.5%)、土壤水分不调(分布比率 25.0%)、土壤酸化(分布比率 21.9%)、土层浅薄化(分布比率 16.7%)、土壤贫有机质化(分布比率 15.9%)、土壤贫氮化(分布比率 14.7%)、土壤粘重化(分布比率 13.9%)。各区的土壤退化由重至轻的程度依次为:华南丘陵区、西南高原区、东南丘陵区、四川盆地区。

4 土壤退化的成因

4.1 土壤及生态系统的脆弱性

我国南方山区地貌复杂,气候分异明显,植被及其他生物群系多样,土壤垂直和水平分布类型繁多,因此山地生态系统也较复杂多样。

区内不少地区岭谷相对高度较大或悬殊,松软岩石和易风化岩石广布,湿润多雨,风化剥蚀强烈,崩塌、滑坡、泥石流、泻溜、水土流失、山洪等频发和广泛分布,加之人为破坏,当地生态系统更加不稳定。

南方山区生态系统的脆弱性,必然直接影响土壤的性状和肥力。山区广布的坡地(尤其是陡坡地)土壤在失去良好生态环境的保护下,水土流失加剧,土壤更为瘠薄。土壤的抗逆性差,土壤退化便较严重。区内坡地面积较大:东南丘陵区占 51.7%,华南丘陵区占 39.2%,西南高原区占 72.3%,四川盆地区占 75.9%。全区土壤退化就较突出^[15-17]。

4.2 人地系统矛盾及过度利用

我国南方山区人多地少的状况是严峻的。据 1989 年统计,各区人均耕地面积:东南丘陵区 and 西南高原区 0.062ha,华南丘陵区 and 四川盆地区 0.052ha;而同期全国人均耕地 0.095ha,世界人均耕地 0.269ha。两者相差悬殊。由于人多地少,为满足日益增长的人口对农产品的需求,又缺乏对资源持续利用的引导和政策保障,对土壤必然是重用轻养的,并导致滥用化肥农药、毁林开荒、陡坡垦殖等。从而引发和加剧本区土壤退化。

4.3 土壤侵蚀的动力作用

土壤侵蚀造成土壤物理性状恶化、土壤构造不良、土壤养分流失等,因此土壤退化多

与土壤侵蚀作用相关^[18]。南方的土壤侵蚀强度较大,土壤退化也较严重。如江西丘陵山区土壤侵蚀面积 50 年代 110 万 ha,60 年代 180 万 ha,70 年代 215 万 ha,80 年代 381 万 ha。30 年来增大 2.5 倍。同期随之形成的土壤浅薄化、沙化等退化面积也增加 1.0 倍^[10]。四川盆地原达县地区土壤侵蚀模数 $5808\text{t}/[(\text{km})^2 \cdot \text{a}]$,土壤构造性退化面积占 34.8%,土壤物理性退化面积占 36.5%,土壤氮素贫化面积占 58.0%^[13]。南方岩溶山区因溶蚀造成的石化相当严重。广西石化面积 4.73 万 $(\text{km})^2$,占其山区面积的 47%^[10]。贵州在 1975—1988 年间因侵蚀作用平均每年石化面积增加 $276.9(\text{km})^2$ ^[10]。

4.4 盲目开发及工矿建设的影响

区内矿产资源丰富,如南岭山区、云贵山区等蕴藏有有色金属矿,川西南山区有钒钛磁铁矿,其他山区分布着众多的铁矿、煤矿、稀有金属甚至铀矿等,贮藏量也较大,开发利用将对国家经济建设作出较大贡献。但是盲目开发,忽视开发所带来的环境退化问题,已成为本区土壤退化的又一重要的影响因素。除工矿建设占用大量土地外,在生产中“三废”排放,对工矿周围广大农地土壤的污染毒化已相当严重。

5 土壤退化防治措施

5.1 建设南方山区稳定平衡的生态系统

区内生态系统在近代遭破坏很严重。这已引起有关政府部门和社会的重视、关注,并采取了措施,但一时难于扭转现状。南方山区稳定平衡的生态系统建设的突破口,仍然是森林生态和农区林网系统的恢复和重建。这既为土壤提供生态保护屏障,又为农村提供“四料”(肥料、饲料、燃料和木料),从而保护和培肥土壤,防治土壤退化。目前我国南方山区森林覆被率多 23.3—31.1%^[19],有的地区还要低些。四川盆地植被覆盖 $>70\%$ 的土壤面积占区域面积的比率:内江、南充、自贡三地市为 0,原达县地区和宜宾地区分别为 2.8% 和 2.1%,其余地市多不超过 12.2%。因此建设本区稳定平衡的生态系统极为重要,任务艰巨。

5.2 调整农业结构,建立农业持续发展的优化模式

针对不同土壤退化类型区及其自然社会经济条件,调整农业结构和选择、实施持续农业的模式,是防治土壤退化的重要措施。

1. 生态型持续农业系统 在各类土壤退化都较严重、自然环境条件恶劣、社会经济较落后的地区,应以此种模式为主。把保护自然生态和调整农业结构,以林业为重点,林、牧、农结合的大农业系统作为主要发展方向和途径。

2. 复合农林型持续农业系统 在人地系统矛盾尖锐、土地利用过度的土壤退化地区,可采取这种模式。其主要内容和方式是,在建设农区林网系统和水利设施系统的基础上,在退化较重的坡地实行林农间作,即“胡同式农业”种植模式^[20],并在农地内组装各种先进的保护耕作技术。

3. 集约型持续农业系统 在人口密集、经济较发达、农田基本建设及其配套体系有一定基础的地区,可以此种模式为主。主要采取:在严格保障环境质量、防治土壤退化的条件下,实施高科技、高投入、高效益的农业技术。如以园艺化、控灌化、温室化、机械化、

施肥配方化、工厂化和计算机化管理等农业生产方式为核心的农业发展模式。

5.3 防治土壤退化的政策措施

1. 强化管理和经济扶持 对生态破坏难以恢复、土壤退化严重的地区,要由政府部门对其加强有关森林、土地等的政策法规的执行,强制实施生态恢复重建的措施。同时国家也应对这类地区逐年给予较多的经济扶持,促使其尽快改变面貌。

2. 制订和推行补偿和惩戒政策 对重点应以恢复生态、避免土地过度利用、防治土壤退化的地区,政府和有关部门不应再以提倡开荒、提高复种指数、增施化肥等措施增加产量,而应加强资源保护和持续发展意识,实施对土壤用养结合永续利用措施。必要时可仿效国际上某些发达国家制定和采取“经济补偿和惩戒政策”。

3. 适度规模的移民措施 人为干扰、破坏生态带来的土壤退化问题是普遍的。封山育林是保护生态的行之有效的措施,但是对居住在封山地区的农民仍然难以约束和控制。因此须以适度规模的移民措施,安置他们到沟谷平地,从事种养殖业,这对于保护生态环境及扶贫都是有利的。

4. 制止山区乱建工矿 对在自然生态条件恶劣的山区,盲目开发、乱建工矿企业应采取坚决措施,那种“建一个厂毁一片山”的作法最终将是得不偿失的。对在生态脆弱山区计划内建设的工矿,应严格监督其对山区环境的保护,并应对其征收山区环境生态保护税,用以支持山区生态的恢复、重建、保护和土壤退化的防治。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院地学部办公室. 关于南方丘陵山区农业持续发展和生态环境建设的建议. 地球科学进展, 1995, 10(5): 413—416.
- [2] 李庆远主编. 中国红壤. 北京: 科学出版社, 1985. 41—170.
- [3] 中国科学院成都分院土壤研究室. 中国紫色土(上篇). 北京: 科学出版社, 1991. 12—202.
- [4] 江西省土地利用管理局等编著. 江西土壤. 北京: 中国农业科技出版社, 1991. 62.
- [5] 广东省土壤普查办公室编著. 广东土壤. 北京: 科学出版社, 1993. 153.
- [6] 何毓蓉, 徐建忠, 黄成敏. 金沙江干热河谷区变性土的特征及系统分类. 土壤学报, 1995, 32(增刊): 102—110.
- [7] 何毓蓉, 潘乐华, 文安邦. 四川盆地丘陵区紫色土退化研究·Ⅰ. 紫色土退化的微形态特征. 资源开发与保护, 6(2): 67—80.
- [8] 牟树森. 土壤背景值成果运用的初步研究. 土壤农化通报, 1986, (2): 24—29.
- [9] 中国科协学会部编. 中国土地退化与防治研究. 北京: 中国科学技术出版社, 1990. 1—320.
- [10] 龚子同主编. 土壤环境变化. 北京: 中国科学技术出版社, 1992. 133—226.
- [11] 赵其国. 土壤退化及其防治. 土壤, 1991, 23(2): 57—60.
- [12] 赵其国. 我国红壤的退化问题. 土壤, 1995, 27(6): 281—285.
- [13] 何毓蓉, 黄成敏. 四川紫色土退化及其防治. 山地研究, 1993, 11(4): 209—215.
- [14] 何毓蓉, 黄成敏. 川江流域的土壤退化与持续农业, 见: 中国科协学会部编. 长江——二十一世纪的发展. 北京: 测绘出版社, 1995. 271—275.
- [15] 中国农业科学院农业自然资源和农业区划研究所等编著. 中国耕地资源及其开发利用. 北京: 测绘出版社, 1992. 8—324.
- [16] 黄成敏, 何毓蓉, 文安邦. 四川紫色土退化的分类与分区. 山地研究, 1993, 11(4): 201—208.
- [17] 杨炎生, 信迺诤主编. 中国红黄壤地区农业综合发展与对策. 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 7—222.

- [18] He Yurong, Wen Anbang. The characteristics of the soil degradation by erosion in the Upper Reaches of the Jialing River and its related control practices. In: Li Tianchi, Shang Xiangchao eds. Mountain Hazards and Environment in China. Chengdu, Southwest Jiaotong University Press, 1992. 122—127.
- [19] 中国自然资源研究会编. 南方山丘综合开发利用研究. 北京: 科学出版社, 1989. 1—185.
- [20] 何毓蓉. 防治紫色土退化促进我省“三高”农业发展. 农村经济, 1994, (1): 39—43.

SOIL DEGRADATION AND ITS PREVENTION IN SOUTH CHINA MOUNTAINOUS REGION

He Yurong

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences
& Ministry of Water Conservancy Chengdu 610041*)

Abstract

The main characteristics of soils degradation in South China mountainous region are clayization, sandification, evil soil water regime, thinning of soil layer, constraint horizon and its being shallow in soil profile, acidification, calcification, alkalization, nutrient deficiency, toxication by pollution, etc. According to the characteristics of soil degradation the indices were proposed and further, the classification and index system of soil degradation were set up in South China mountainous region.

On the basis of mentioned above, the soil degradation status of each region has been analysed in the 4 large South China mountainous regions. The results show that universal phosphorus deficiency and potassium deficiency in most regions is the first serious problem of soil degradation, and evil soil moisture regime and acidification in most parts of those regions is the second. The proportions of the degraded soil area of different types to total cultivated soil area are 50.0% of phosphorus deficiency, 29.5% of potassium deficiency, 25.0% of evil soil water regime, 16.7% of thinning of soil layer and 13.9% of clayization.

The principal causes of soil degradation in South China mountainous region are: 1. the fragility of soils and ecosystem; 2. the contradiction between human and land as well as excess utilization of land; 3. soil erosion; 4. blind exploitation and the construction of factories and mines, etc. Finally, the countermeasures—establishing the stable and balanced ecosystem, regulating the agriculture structure, building the optimization model of sustainable agriculture development and setting up the policy to control soil degradation have been put forward.

Key words South China mountainous region, soil degradation, cause, prevention