

# 长江上游退耕还林区的土壤退化与肥力重建

何毓蓉, 张丹, 宫阿都

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川成都 610041)

**摘要:** 长江上游退耕还林战略举措的关键技术之一是要摸清该区土壤性状和退化问题, 进而采取行之有效的土壤退化防治措施。尽快恢复生态, 保护长江安全。以占该区面积最大的紫色土退化为例, 提出了该区土壤退化特征、类型和发生现状。指出该区环境的脆弱性和人为干扰是土壤退化根本成因。建议: (1) 建立保护区全面封禁管护(2) 构建网格生物篱保持水土增厚土层(3) 加强土壤碳氮物质循环强化培肥(4) 分带治土造林建立垄沟种植培肥体系等, 以达到土壤肥力重建, 取得退耕还林成效。

**关键词:** 退耕还林; 土壤退化; 肥力重建; 长江上游

中图分类号: P158.1 文献标识码: A

1998年长江流域再度发生特大洪灾后, 促使长江上游地区全面禁伐森林的战略措施得以实施。其中包括对大面积的盲目滥垦、广种薄收的宜林耕地实施坚决的退耕还林措施。这类应予退耕还林的地区处在生态脆弱的农林交错地带, 水土流失严重, 加之普遍地粗放耕作和不合理利用, 致使该区土壤退化十分普遍而严重。增大了退耕后造林和恢复生态的难度。本文旨在探讨长江上游退耕还林区的土壤退化现状与肥力重建问题, 有助于该地区成功进行退耕还林。

## 1 区域及土壤概况

### 1.1 退耕还林区的自然环境特点

选择研究区域为长江上游主体的川江及其支流岷江、沱江、涪江、嘉陵江和渠江流域。区域地理位置 $102^{\circ}33'E \sim 109^{\circ}0'E$ ,  $28^{\circ}51'N \sim 34^{\circ}18'N$ 。面积约 $15.70 \text{万 km}^2$ 。该区地质地貌特点主要是: 在东西方向上横跨两个大地构造单元, 即西部地槽区和东部地台区。西部属高山区, 出露岩层齐全, 从古生代的千枚岩、片岩、大理岩、花岗岩到中生代的紫色砂泥岩、泥灰岩以及新生代的松散沉积物都有。海拔高差大, 从 $700 \text{m} \sim 6250 \text{m}$ , 形成山势陡峻, 谷底狭窄的地形特点。东部主要为盆地和丘陵山地, 其主体四川盆地广布中生代红层, 区内形成多级夷平面。海拔高差较小, 一般从 $350 \text{m} \sim 2000 \text{m}$ 。据实地考察, 该区农林交错带主要就分布在广大的丘陵和低山地区, 海拔多在 $600 \text{m} \sim 1800 \text{m}$ 。这一地带的退耕还林地面积约占应退耕总面积的80%以上。表1为长江上游退耕还林区代表性县区的主要自然环境特点。总的来看, 区内水热条件适宜于林木生长。具备亚热带温带众多树种的适生环境条件。但也有少数地区如南坪、汶川等则较干旱, 宜种树种很少, 应以退耕还草为主。

### 1.2 退耕还林区的土壤分布和面积

受该区成土因素的影响, 土壤垂直地带分布类型较多。尽管西部和东部间各类土壤分布海拔有差异, 但分布规律明显。在海拔 $2000 \text{m}$ 以下的地区主要依次分布棕壤、黄棕壤或褐土、黄褐土、准黄壤或黄壤、石质新成土、紫色土等。在长江上游地区, 这些土壤的分布面积及其比率如表2。可见分布面积较多的土壤分别是: 紫色土(占41.67%)、准黄壤(占6.65%)、棕壤(占4.23%)、黄棕壤(占4.44%)和新

收稿日期: 2000-02-28; 改回日期: 2000-04-15。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(49831004)和中国科学院特别支持经费资助。

作者简介: 何毓蓉(1942-), 男(汉族), 四川成都人, 研究员, 博士生导师。主要研究方向: 土壤地理、物理和肥力。日本东京大学、千叶大学访问学者。现任中国土壤学会理事、四川省土壤肥科学会副理事长等职。

成土(占4.17%),仅上述几类土壤就占该区总面积的61.16%。其中紫色土在该区分布海拔范围广,分布面积最多,是该区退耕还林的重点土壤类型。

表1 退耕还林区自然环境特征

Table 1 The environmental characteristics of nature in region of changing cultivation into tree planting

流域 (代表地点)	海拔 (m)	地貌特征	气候特征				自然景观 特点
			年均气温(°C)	≥10°C积温	年降水量(mm)	年干燥度	
(汶川)	1448.5	高山峡	11.7	4030.1	553.8	2.45	干旱半干旱、草灌区
岷江 (茂县)	1590.1	谷和中	11.2	3293.3	492.7	1.98	干旱半干旱、草灌区
	(灌县)	706.7	高山	15.2	4682.9	1243.7	0.56
沱江 (彭县)	700	低山和	15.7	4901.1	972.9	0.95	湿润混交林区
	(安县)	599.6	丘陵	16.3	5107.3	1284.9	0.70
涪江 (青川)	820.0	中低山	13.7	4247.0	1027.0	0.73	湿润混交林区
	(平武)	876.5	丘陵	14.7	4552.8	866.5	0.90
(南坪)	1406.3	低山和	12.7	3877.0	522.9	1.96	干旱半干旱草灌区
嘉陵江 (旺苍)	1050	丘陵	16.2	5038.0	1179.2	0.68	湿润混交林区
	(南充)	579.3		16.2	5095.5	1161.1	0.93
渠江 (万源)	674.0	低山和	14.7	4533.7	1160.8	0.93	湿润半湿润混交林区
	(巴中)	358.9	丘陵	17.8	5743.6	1044.4	0.91

表2 退耕还林区的主要土壤分布和面积

Table 2 The main soil distribution area in region of changing cultivation into tree planting

土壤类型	棕壤	褐土	黄棕壤	黄褐土	准黄壤和黄壤	新成土	紫色土
分布海拔(m)	1800~3240	1600~3000	1100~2000	<500	700~1500	<1300	400~3000
分布面积(km <sup>2</sup> )	6643.76	2514.32	6763.48	1345.28	10443.81	6567.91	65427.77
占该区总面积比(%)	4.23	1.60	4.44	0.86	6.65	4.17	41.67

## 2 土壤性状和退化特征

### 2.1 退耕还林区的土壤性状

表3列举了该区主要土壤的代表性剖面的特征和肥力性状。不难看出各类土壤间性状差异较大,例如土壤pH从5.1~8.0, CaCO<sub>3</sub>含量从0 g/kg~77.4 g/kg,土壤有机质,颗粒组成,养分含量等也各异。在野外调查发现:特别是土层厚度、土体构造等在不同土壤或不同地形部位或不同区域同类的土壤之间差别很大。表明在实施退耕还林时,必须因土制宜。在规划和措施上,要避免简单化,单一化。

### 2.2 土壤退化特征

一般来说,在长江上游地区应退耕还林的土地,多属山高坡陡、分布零星、侵蚀严重、干旱瘠薄的土壤。在原有森林保护下,土壤肥力上升,林木生长也较好。一经毁林开垦,上述问题和矛盾暴露突出,土壤肥力迅速下降。因此,该区脆弱的环境和人为不当垦殖是土壤退化的根本原因。根据笔者近年对占该区面积最多的紫色土退化的研究可看出,该区土壤退化有以下类型、特征以及发生状况:

1. 土壤物理性退化表现在土壤干旱、土壤粗骨化或沙化等,这类退化发生的比率达55.8%。
2. 土壤构造性退化表现在土壤瘠薄化、土层缺陷、障碍层高位化等,其发生比率达39.2%。
3. 土壤化学性退化表现在土壤石灰化或碱化、土壤酸化、土壤污染毒化等,这类退化发生的比率在14.6%~21.1%。

4. 土壤营养性退化表现在土壤有机质贫化、氮素贫化、磷素贫化、钾素贫化等,这类退化发生的比率除钾素贫化在8.1%~17.0%较低外,其余在31.4%~39.5%。

在长江上游地区紫色土退化是其土壤退化的缩影。同时,还应看到在有些土壤上如土壤干旱化、土壤粗骨化、土壤瘠薄化、土壤营养元素亏缺等问题,还要严重一些。近些年来,林业部门和一些地方也先后在退耕还林上开展了工作,但在这些严重退化土地上却收效甚微。其关键在于需要摸清当地土

表3 退耕还林区主要土壤典型剖面特征

Table 3 The nature of main typical soil profile in region of changing cultivation into tree planting

土壤类型 (剖面号)	环境概况	土层	深度 (cm)	土壤 pH	CaCO <sub>3</sub> (g/kg)	有机质 (g/kg)	<0.002 mm 粘粒含量 (g/kg)	CEC mol(+) g/kg	盐基 饱和度 (%)	全量(g/kg)		
										N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
棕壤 (NO <sub>22</sub> )	茂县大沟荒地, 海拔 2200m, 母质为残余碳酸盐碎屑风化壳	A <sub>1</sub>	0~20	5.9	—	36.2	301.6	24.18	63.94	1.94	0.31	23.5
		B	20~45	5.8	—	15.2	269.7	19.57	56.00	1.17	0.21	23.1
		C	>100	6.0	—	3.9	150.2	17.12	79.5	0.46	0.21	22.4
褐土 (NO <sub>26</sub> )	茂县前峰二沟、农地, 海拔 1900m, 母质为第4系风成黄土	A <sub>1</sub>	0~9	7.1	68.1	27.4	323.5	19.38	100	1.78	0.69	27.1
		B	19~35	7.1	68.4	23.2	325.1	18.33	100	1.52	0.47	27.4
		C	50~70	7.2	77.4	15.5	341.6	17.78	100	1.11	0.43	25.1
黄棕壤 (NO <sub>33</sub> )	南江县水池垭、农地, 海拔 1270m, 母质为花岗岩风化物	A <sub>1</sub>	0~9	5.5	0	67.6	180.1	21.63	50.81	1.96	0.35	20.2
		B	22~32	5.1	0	12.8	258.6	15.91	37.40	0.61	0.22	18.8
		C	32~90	5.8	0	2.8	214.4	14.03	26.73	0.20	0.20	17.2
黄褐土 (NO <sub>30</sub> )	广元县皇泽寺、农地, 海拔 550m, 母质为姜石黄色粘土	A <sub>1</sub>	0~13	7.3	—	22.2	234.3	36.52	96.82	1.27	0.91	10.8
		B	13~25	8.0	—	6.6	255.9	34.30	98.54	0.72	0.41	9.4
		C	25~35	8.0	—	6.0	184.7	27.39	100	0.65	0.89	10.4
准黄壤 (NO <sub>41</sub> )	安县茶坪, 茶地, 海拔 1560m, 母质为古老岩层风化物	A <sub>1</sub>	0~10	5.0	—	75.8	279.9	24.59	11.96	3.59	1.31	12.8
		B <sub>w</sub>	25~50	6.0	—	19.4	184.5	19.67	7.57	1.37	0.41	12.9
		C	50~100	5.3	—	4.5	311.6	11.21	21.41	0.75	0.45	13.5
石质新成土 (NO <sub>64</sub> )	平武县北山公园, 荒地, 海拔 950m, 母质为古老岩层风化物	A	0~10	6.6	0	45.2	81.8	21.23	37.54	2.13	0.50	23.4
		AC	21~45	6.3	0	10.5	79.5	13.09	57.75	0.81	0.36	25.5
		C	>45	7.6	0	16.4	104.4	13.50	71.48	1.06	—	—
紫色土 (NO <sub>88</sub> )	宣汉县, 农地, 海拔 730m, 母质为蓬莱镇泥岩风化物	A	0~25	7.2	6.6	10.6	224.3	17.9	100	0.66	0.38	18.0
		C	25~75	7.2	6.2	5.6	238.8	16.8	100	0.31	0.27	16.5

壤退化现状和成因, 对症施治才能取得成效。

### 3 退化土壤的肥力重建

长江上游地区退耕还林重大战略决策旨在尽快建立起长江上游生态屏障, 保障国家和人民生命财产安全。实现这一目标, 在具体措施上, 关键一条是在退耕还林工作中重视土壤退化防治, 用科学方法进行退化土壤的肥力重建。针对长江上游环境条件和土壤特点, 主要技术措施如下:

**3.1 在严重退化土壤分布地区建立保护区实施全面封禁管护** 在环境条件特别恶劣的地区如岷江上游, 嘉陵江上游及其他一些地势险要, 水土流失严重, 土层瘠薄等类地区, 对土壤退化人工改造投入大, 难度高。但只要在这些地区建立自然保护区, 杜绝人为干扰, 凭借当地自然条件, 使土壤肥力自然恢复, 林被和生态复苏, 将是一条经济有效和可行的方法和途径。

**3.2 构建格网状生物篱体系控制水土流失增厚土层** 人为干扰加剧了水土流失是该区土壤退化的根本成因。土壤粗骨化、土层瘠薄化、土壤干旱等是其直接的后果。在该区大面积的丘陵低山地区, 控制水土流失的行之有效方法是采取格网状生物篱技术或等高植物篱技术<sup>[6]</sup>。以拦蓄水土, 逐年增厚土层, 扩大土壤水库库容, 提高土壤肥力。

**3.3 增强退化土壤碳氮物质循环强化培肥** 在退耕还林土地, 土壤退化的显著标志之一是土壤碳(有机质)、氮迅速降低。对该区开垦数年的准黄壤、紫色土等与垦前比较, 土壤有机质和氮素减少30%

以上。导致土壤生物活性减弱、土壤结构性破坏等一系列问题。因此重视和加大对退化土壤有机质和氮素的投入, 增强土壤碳氮物质循环, 强化培肥是十分必要的。具体措施如: 选种耐瘠耐旱的固氮植物、秸秆还土等。

**3.4 分带治土和造林建立垄沟种植培肥体系** 长江上游地区土壤退化类型及其程度的分带性也很明显。例如红层紫色土地区处于丘顶(或坡上部)耕地土壤物理性退化和构造性退化突出, 坡中部则可能以土壤营养性退化为主等。所以在退化治理上应分带进行。同时, 重建退化土壤肥力还可采用垄沟种植培肥技术。即横坡深开沟, 重施有机肥改土; 并相间低筑垄拦截水土。垄上或沟内可根据肥力状况和培肥程度分别种植林果或绿肥植物等。还可在数年后进行垄沟互换, 实现全土培肥。

#### 参考文献:

- [1] 中科院、水利部成都山地所. 长江上游环境特征与防护林体系建设[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [2] 杨玉坡. 长江上游(川江)防护林研究[M]. 北京: 科学出版社, 1993.
- [3] 何毓蓉. 米仓山林区土壤肥力特征与保护研究[J], 水土保持学报, 1991, 5(4):73~79.
- [4] HeYu-rong Wen An-bang. The characteristics of the soil degradation in the Upper Reaches of the Jialing River and its related control [A]. In: Mountain Hazards and Environment in China [M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 1992, 122.
- [5] 何毓蓉, 黄成敏. 四川紫色土退化及其防治[J]. 山地研究(现《山地学报》), 1993, 11(4): 209~21.
- [5] 许峰, 蔡国强, 吴淑安, 等. 高植物篱在南方湿润山区坡地的应用[J]. 山地学报, 1999, 17(3): 193~199.

## THE SOIL DEGRADATION AND FERTILITY RECONSTRUCTION IN REGION OF CHANGNING CULTIVATION INTO TREE PLANTING IN CHANGJIANG RIVER RIVER UPSTREAM

HE Yu rong, ZHANG Dan, GONG A du

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041 PRC)

**Abstract:** The one of key methods for success in operating the strategy of changing cultivation into tree planting in Changjiang River upstream is as follows. The first is the problem of soil nature and degradation in this region should be understood. Then the available way for preventing soil from degradation will be given out. The ecologic balance should be recovered as soon as possible and the safety of Changjiang should be protected. For example of degradation of purple soil which accounts for the largest area in this region, this paper mentions the characteristics, type and development of soil degradation in this region. The fundamental reason of soil degradation development is environmental weakness and human disturbance. On the base of reason above the following methods were put forward: (1) building closed protection and management belt in protection site. (2) constructing network-like biological fence for water soil conservation and soil thickening. (3) strengthening soil material cycle with C<sub>N</sub> for fertilization. (4) soil management, afforestation in belt and soil fertilizing system in furrow should be established for reconstructing soil fertility and results of changing cultivation into tree planting.

**Key words:** Changing cultivation into tree planting; soil degradation; fertility reconstruction; Changjiang River upstream.