

四川紫色土退化及其防治

何毓蓉 黄成敏

(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 四川紫色土的物理性退化、构造性退化, 以及营养性退化中的氮素贫化、有效磷缺乏和有机质贫化等都比较严重。这主要受母质、生态和侵蚀等因素的影响。防治紫色土退化的措施有: 重建紫色土生态保护系统, 改土培肥以增强土壤“体质”和实施保护性耕作等。划分出四川紫色土退化防治区, 并分区提出了防治途径。

关键词 四川 紫色土退化 现状 成因 防治

全球环境变化已引起各国关注。土壤退化是其中一个重要的方面。近年来关于土壤退化的研究和防治非常活跃, 已取得长足进展^[1]。

紫色土是我国在世界上亦属特有的一类土壤资源, 以四川省分布最广。据最新资料统计, 四川省紫色土面积 911.3 万公顷 (不含紫色水稻土, 下同), 占四川全省土壤面积的 18.4%; 其中紫色土耕地面积 406.1 万公顷, 占四川省紫色土面积的 44.6%。紫色土是一类肥力较高的土壤, 其母质易风化, 为土壤提供大量磷钾等矿质养分。四川紫色土处于温暖湿润的气候条件下, 宜种性较广, 产量较高。但随着生态环境的变迁, 特别是近代工业化发展, 人口剧增的压力, 大量化肥、农药的投入, 加之 20 世纪六七十年代大量乱砍滥伐森林, 使紫色土普遍发生退化现象。尤其是大面积分布的高台位旱地紫色土 (其本身抗逆力弱, 对生态环境变迁十分敏感) 退化更为突出。作为四川最重要的农业土壤资源的紫色土, 直接攸关四川农业发展。因此四川紫色土退化及其防治研究具有明显的现实意义。

对四川盆地紫色土退化的特征、分类、分区等已发表了系列研究报道^[2-9]。现主要讨论四川紫色土退化现状、成因和防治。

一、四川紫色土退化现状的基本评估

土壤退化的实质是土壤肥力的降低以至丧失的过程。确定土壤退化发生及其程度, 应以土壤肥力性状变化的长期定位观测结果为依据。这在国外 (如英国的洛桑试验站 (Rothamsted Experiment Station)、日本的鸿巢试验场等) 都进行了几十和上百年的观测, 已可对土壤退化和进化作出明确的判断。但用这种方法来取得判断结果, 既周期长, 又要有

* 四川省应用基础研究专项经费资助项目 (项目号: 894090)。

参加研究工作的还有文安邦、成文、潘乐华等。

四川省农牧厅、省科委及遂宁、南充、万县、广元、乐山等地市农业局、土肥站, 重庆市农业环保监测站等对研究工作给予大力支持和帮助, 谨此致谢。

本文照片见刊末图版 I。

本文收稿日期: 1993-06-11。

稳定的资助和试验设施、观测场地,一般难以办到.通常用宏观环境演化推测土壤变化,或者对肥力退化了的土壤与肥力未退化的土壤相比较来估测土壤退化状况.鉴别土壤退化往往是在土壤肥力因素中选取某些重要而又与退化密切相关的性质,通过研究和试验获得这些性质对多数作物生长发育产生明显障碍的临界值,乃至引起作物死亡的临界值阈;或以专家系统确定的值阈作为土壤退化指标,区分土壤退化与否,并选取主要特征指标进行土壤退化分类和确定土壤退化程度.四川紫色土退化研究即是以后者,运用专家系统建立四川紫色土退化指标体系,对紫色土退化进行分类划级^[4].需要指出的是,用这一方法确定的土壤退化实际上包括了:1. 典型土壤退化演变的结果;2. 继承性土壤退化(主要指成土因素影响下发生的)结果;3. 上述两种退化的综合结果.

据四川紫色土重点退化区的调查和分析,并参考四川省第二次土壤普查资料(1985—1992年),对四川紫色土退化现状采用了两种方法加以评估(表1).

1. 频率法 即抽样调查120个紫色土代表性剖面,对其肥力的有关参数用四川紫色土退化指标体系进行评分,在模糊综合评判的基础上,计算紫色土未退化、退化及退化程度(分轻度、中度、重度)出现频率^[4].

2. 统计法 主要根据紫色土退化指标,对四川紫色土主要理化性、营养成分含量等数据进行退化鉴别和分类处理,并统计各类退化面积.

表1 四川紫色土(耕地)退化现状

Table 1 The present situation of purple soil degradation in Sichuan Province

方 法	项 目	物理性 退 化	构造性 退 化	化学性退化		营养性退化 ¹⁾					
				酸化 ²⁾	石灰化 ³⁾	有机质 贫 化	氮素 贫 化	磷素贫化		钾素贫化	
								全磷	有效磷	全钾	有效钾
频 率 法	轻度中度出现频率(%)	50.8	37.5	13.8	21.1	26.6	26.6	35.5	25.0	8.1	11.3
	重度出现频率(%)	5.0	1.7	0.8	0	4.8	10.5	4.0	31.5	0	5.7
	合 计(%)	55.8	39.2	14.6	21.1	31.4	37.1	39.5	56.5	8.1	17.0
统 计 法	退化面积(万公顷)	150.5	116.9	40.3	104.3	144.7	217.0	72.2	166.8	0	0
	与紫色土耕地面积比(%)	37.1	28.8	9.9	25.7	35.6	53.4	17.8	41.1	0	0
	与四川耕地面积比(%)	13.5	10.5	3.6	9.4	13.0	19.5	6.5	15.0	0	0

1)未计轻度出现频率及面积; 2) pH ≤ 5.5; 3) 碳酸钙含量 > 5%.

两种方法对四川紫色土(耕地)退化现状的评估结果,除个别类型有差异外,大多趋向一致.这反映了目前四川紫色土退化的状况、类型及程度.

由表1可见,四川紫色土退化中出现频率和面积分布较高的是:物理性退化;营养性

退化中的氮素贫化、有效磷缺乏和有机质贫化;构造性退化也比较严重。

二、四川紫色土退化成因分析

土壤退化的原因主要是,在某些不利的环境因素影响下土壤本身性状存在的缺陷,即可能导致土壤退化发生。对紫色土来说,其主要退化因素为母质、生态和侵蚀三个因素。

(一) 母 质 因 素

紫色土虽具有得天独厚的条件,尤其是富含矿质养分和易风化成土的母质条件,但倘是处于不利的自然环境条件下,某些成土母质优势不能发挥,却暴露出某些缺陷而对紫色土退化产生较大影响。

例如川中丘陵区分布较广的 J_{3s} 泥岩母质的孔隙度仅有 5.6%,吸水率也很低 (1.76%)^[10],由这种母质发育成的石灰性紫色土就呈现不保水、不耐旱、土壤物理性质差等性状。在四川省由这类母质发育成的土壤退化面积较大。以这类母质分布为主的遂宁地区,紫色土物理性退化的面积比为 26.0%,构造性退化的面积比为 34.1%(表 2)。

表 2 四川紫色土退化与母质、覆被和侵蚀的关系

Table 2 The purple soil degradation of Sichuan Province relative to parent materials, coverage and erosion

地区	紫色母质类型 ¹⁾	植被覆被率(%) ²⁾		侵蚀模数 ²⁾ 〔吨/(公里 ² ·年)〕	土壤退化状况(与紫色土耕地面积比,%)			
		覆被率 (>70%)	裸地		物理性	构造性	营养性	
					板结化	瘠薄化	有机质贫化	氮素贫化
遂宁	J _{3s} 为主的砂岩泥岩	0	7.5	9831	26.0	34.1	27.9	19.3
内江	J _{2s} 为主的砂岩泥岩	0	8.3	8442	9.1	3.1	45.7	51.6
南充	J _{3p} , J _{2s} 等的砂岩泥岩	0	4.8	7317	1.7	34.8	76.4	8.0
乐山	K _{2j} 为主的砂岩泥岩	14.5	11.3	5952	16.1	14.2	42.2	34.4
达县	J _{2s} , K _{1c} 等的砂岩泥岩	2.8	20.7	5808	36.5	34.8	36.0	58.0
宜宾	K _{2j} , J _{2s} 等的砂岩泥岩	2.1	22.3	5420	37.3	7.1	12.8	31.4
广元	K _{1c} 为主的砂岩泥岩	10.0	7.3	4147	8.8	21.3	0.7	1.8
万县	J _{2s} , J _{3s} , J _{3p} 等的砂岩泥岩	18.6	—	3798	16.8	28.1	28.6	38.6

1) J_{2s} 为中侏罗统沙溪庙组; J_{2s} 为上侏罗统遂宁组; J_{3p} 为上侏罗统蓬莱镇组; K_{1c} 为下白垩统城壩岩群; K_{2j} 为上白垩统夹关组。

2) 数据引自:四川省水电厅编, 1988, 四川省应用遥感技术调查水土流失综合报告, 第 53, 56 页。

又如 K_{2j} 砂岩泥岩母质中磷、钾分别仅含 0.28, 19.3(克/公斤), 铜、锌、硼分别仅含 16, 59, 20(毫克/公斤), 均较其他紫色母质为低^[10], 所以 K_{2j} 砂岩泥岩母质发育成的酸性紫色土营养性退化也较普遍。如 K_{2j} 砂岩泥岩母质分布较广的乐山地区, 紫色土磷素贫化面积占当地耕地紫色土面积的 32.7%, 其他营养成分含量也普遍较低。

(二) 生 态 因 素

自然生态系统中, 由于生物起主导作用, 土壤中养分元素的循环是一个表聚而又不

丰富的循环.但在农业生态系统中,原有自然生态系统物质的封闭循环已经改变.如果加大从系统中的攫取,而减少甚至不予系统以物质的投入,即过度利用,就会造成生态系统的物质循环失去平衡或产生障碍.在四川紫色土分布区,近代对植被的大规模破坏,而生态环境恶化.如20世纪50年代川中丘陵区森林覆盖率为19—31%,但到70年代降至2—6%,80年代才回升到6—8%,森林的减少除了造成水土流失加剧,气候恶化,灾害频繁发生外,更重要的是引起农村“四料”(饲料、肥料、燃料、木料)奇缺,广大农田失去了有机物质源.因此促使紫色土耕地普遍发生土壤有机质和其他养分含量的减少,导致大面积土壤的营养性退化.土壤有机质的降低,又促使土壤结构性、水分性质等物理性变差,从而土壤物理性退化也相伴发生(见表2).

(三) 侵蚀因素

生态环境的恶化,使土壤失去保护屏障,土壤侵蚀加剧.紫色土本身又具有土壤发育浅,结构差等性质上的缺陷,所以四川紫色土分布区的侵蚀一般都较严重.在四川紫色土主要分布区内,土壤侵蚀模数3798—9831(吨/公里²·年),侵蚀相当强烈(见表2).由此土壤表层被冲刷,土壤瘠薄化;心土层暴露,土壤板结化;原处于较深部位的障碍层(如姜石层、犁底层等)也出现在较浅部位,甚至于裸露地表.由侵蚀作用而引发的四川紫色土物理性退化、构造性退化面积很大.由表2可见,除内江地区外,其余地区侵蚀强度大,土壤的板结化、瘠薄化等物理性退化或构造性退化的面积都比较高.

三、防治紫色土退化的措施

(一) 重建紫色土生态保护系统

上述分析表明,四川紫色土退化最重要的外因是紫色土分布区的生态环境的恶化,因此紫色土退化防治的关键措施是应重建紫色土生态保护系统.

在四川紫色土分布区通过重建生态保护系统而使土壤肥力进化、土壤退化得到有效控制的范例也较多.在川中丘陵区处于K_{1c},J_{3p}砂岩泥岩母质发育成的石灰性紫色土分布区的盐亭县林山乡的生态恢复,土壤退化被根治即是一例.1972年以前当地还是一片荒山秃岭,十年九旱,紫色土退化十分严重.同年选择适生和针对性的桉柏混交林树种全面绿化荒山,经过10年努力,使全乡森林覆盖率由原来不足5.0%提高到44.6%.解决了原来奇缺的“四料”,贫瘠的石灰性紫色土平均得到16485公斤/(公顷·年)的有机肥投入,平均增加氮素、磷素、钾素分别为238.1, 98.6, 122.6[公斤/(公顷·年)];土壤结构改善,土层增厚,土壤肥力显著提高.同时水土流失得到有效控制;区域小气候环境明显改变,年均温降低0.4℃,月最低气温提高1.7℃,年相对湿度增加8%;系统抗旱抗洪等能力大为提高.确保了年年增产稳产.当地初级生产力十年翻了一番,次级生产力增加2.13倍^[10].由于生态保护系统基本形成,盐亭县林山乡石灰性紫色土肥力退化问题基本得到控制.

(二) 改土培肥以增强土壤抗逆力

四川旱地紫色土因母质、侵蚀等因素影响,一般土质偏轻,石膏子土、粗沙土、薄板土等分布较广.这类紫色土一般抗逆力较弱,易于退化,所以改土培肥,提高土壤肥力,增强

土壤“体质”也是防治退化的重要措施。

据统计,在四川属这类“体质”弱的紫色土面积141.2万公顷,占四川省紫色土(耕地)面积的34.8%,应作为改土培肥防治退化的重点对象。

长期以来农民采用客土施肥方法改良土壤,是行之有效的。如何强化培肥效果,并且既经济又易于推广呢?为此对不同土体作了模拟试验,探讨了不同土体的土壤肥力变化的特征及原理,并进行了土壤肥力评价^[8]。模拟试验结果表明:紫色土(由J_{sp}砂岩发育成的紧沙土)经不同质地层次和不同层次培肥的改造后,土壤水热性状和动态、养分、酶活性等肥力因素都不同程度地向良性转变。用模糊数学对土壤12项肥力指标加以综合评价结果表明,在质地层次改造后比原土总评分增加11.4,提高了20.2%;进行下层培肥后比原土总评分增加了19.0,提高了33.9%。在原土上增加一层不同质地层,或进行下层有机培肥(指15厘米以下土层),都可达到改土培肥、增强土壤“体质”的效果。

(三)实施保护性耕作

在紫色土退化严重的区域或地块,实施保护性耕作,可有效防治紫色土退化。近年来围绕改造低产田土,在川中丘陵区进行了某些耕作改制试验研究,如适用于干旱地区各类紫色土耕地的抗旱丰产沟耕作^[10],适用于高台位旱地紫色土的聚土免耕垄沟立体种植技

表3 四川紫色土退化防治分区

Table 3 The regionalization to control the degradation of the purple soils in Sichuan Province

防治分区	区 域 范 围	土 地 面 积 (万公顷)	紫色土 面 积 (万公顷)	海 拔 (米)	气候特征			地貌及母质类型 ¹⁾	紫色土退化类型	紫色土退化防治途径
					年降水量 (毫米)	年均温 (℃)	年干 燥度			
盆北区	龙门山以东, 广元、绵阳地区	2.30	105.03	500—800	1100—1200	16.0—17.0	0.80	低山丘陵,以Kic砂岩泥岩为主	以构造性退化为主,其次是物理性退化	以造林为中心,绿化荒山荒坡,开辟有机肥源,增肥改善退化土壤
盆中区	龙泉山以东,南充、遂宁、内江地区	4.03	215.77	300—500	900—1000	17.0—18.0	0.88	中浅丘,J _{2s} ,J _{3s} ,J _{3p} 砂岩泥岩	以物理性退化和营养性退化为主	以保护性耕作为重点,防蚀、防旱,秸秆还田,用养结合,防治土壤退化
盆南区	长江上游的乐山、宜宾、自贡、泸州地区	2.72	81.34	300—1000	1000—1200	17.5—18.5	0.68	浅丘低山,T _{1f} ,J _{1-2s} ,K _{2j} 砂岩泥岩	以营养性退化和物理性退化为主,局部酸化	低山造林,以改土治坡为重点,水土林综合治理,提高土壤抗逆性
盆东区	华蓥山以东,达县、万县、涪陵、重庆地区	8.60	116.73	200—800	1100—1200	17.5—18.0	0.68	低山中浅丘,T _{1b} ,J _{2s} ,J _{3s} ,J _{3p} 砂岩泥岩	以物理性退化为主,其次是营养性退化	治水改土结合,坡改梯与农田生态建设结合,用地养地结合,防治土壤退化
盆西区	龙泉山以西,德阳、雅安、成都地区	2.45	102.62	500—900	1000—1500	14.0—15.0	0.37—0.94	低山中浅丘,J _{2s} ,J _{3p} ,K _{2j} 砂岩泥岩	以物理性退化为主,其次是构造性退化	在农牧副渔综合发展,以经济推动高质量农田基本建设,防治土壤退化
攀西区	金沙江、安宁河、西昌、攀枝花地区	3.03	88.74	1000—3500	1000—1500	15.0—20.0	1.54—2.24	高原高山,J _{2s} ,K _{2j} 砂岩泥岩	以营养性退化为主,其次为构造性退化,物理性退化	以造林绿化荒山荒坡为重点,充分利用光热资源,增加土壤投入,防治土壤退化

1) T_{1f} 为下三叠统飞仙关组;T_{1b} 为下二叠统巴东组;J_{1-2s} 为下中侏罗统自流井群。余同表2注1)。

术^[10],适用于有一定水源保证的紫色土坡耕地的沟稻荃杂耕作^[11]等,都属紫色土防蚀、抗旱、增肥、防治退化的保护性耕作措施。如果能在四川紫色土分布区因地制宜地大力推广,对防治四川紫色土退化必将起到重大的作用。

四、四川紫色土退化防治分区

与四川紫色土退化分类与分区^[4]相一致,将四川紫色土分布区划分为6个防治区,各防治区概况及紫色土退化防治途径等列于表3。

以上关于四川紫色土退化防治研究尚属初步结果,还有待继续深入研究,并需进行试验示范和推广,以期为四川农业发展作出积极贡献。

参 考 文 献

- [1] 中国科学技术协会,1990,中国土地退化与防治研究,北京:中国科学技术出版社,第1—178页。
- [2] 何毓蓉等,1990,四川盆地丘陵区紫色土退化研究:Ⅰ.紫色土物理特性及退化特征,资源开发与保护,6(1),第3—7页。
- [3] 何毓蓉等,1990,四川盆地丘陵区紫色土退化研究:Ⅱ.紫色土退化的微形态特征,资源开发与保护,6(2),第67—80页。
- [4] 黄成敏等,1993,四川紫色土退化的分类与分区,山地研究,11(4),第201—208页。
- [5] He Yurong, Wen Anbang, 1992, The characteristics of the soil degradation by erosion in the Upper Reaches of the Jialing River and its related control practices. In: "Mountain Hazards and Environment in China", Southwest Jiaotong University Press, Chengdu, 122—127.
- [6] 成文、何毓蓉,1993,紫色土不同土体的水热特征,山地研究,11(2),第119—124页。
- [7] 成文、何毓蓉,1993,紫色土不同土体的土壤养分和酶活性特征,山地研究,11(4),第223—229页。
- [8] 成文、何毓蓉,1993,紫色土不同土体的土壤肥力综合评价,山地研究,11(4),第230—234页。
- [9] 何毓蓉等,1990,四川盆地丘陵区紫色土肥力退化与防治,见文集:中国土地退化与防治研究,北京:中国科学技术出版社,第350—354页。
- [10] 中国科学院成都分院土壤研究室,1991,中国紫色土(上篇),北京:科学出版社,第35,211,227,199—202,305—318页。
- [11] 田心元,1990,坡地“沟稻荃杂”耕作技术及其效益研究,土壤农化通报,5(3,4),第26—30页。

PURPLE SOIL DEGRADATION AND ITS CONTROL IN SICHUAN PROVINCE

He Yurong Huang Chengmin

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences

& Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041)

Abstract

Based on classification and gradation of the degraded purple soils according to the Index System to Evaluate the Purple Soil Degradation in Sichuan Province, the present situation of the purple soil degradation was assessed. By means of frequent and statistical analyses, the tendency of the results by comparison with the two ways was quite accordant.

The results determined by statistical analysis showed that the area of the physical, constitutional degradation, the deficiency of organic matter, nitrogen, and available phosphorus in the purple soils in Sichuan Province, respectively, reaches 150.5, 116.9, 144.7, 217.0, 166.8 ($\times 10^4$ ha), and is 37.1, 28.8, 35.6, 53.4, 41.1(%) of the total area of the cultivated purple soils. All those demonstrated that the degradation of the purple soils in Sichuan Province is rather serious.

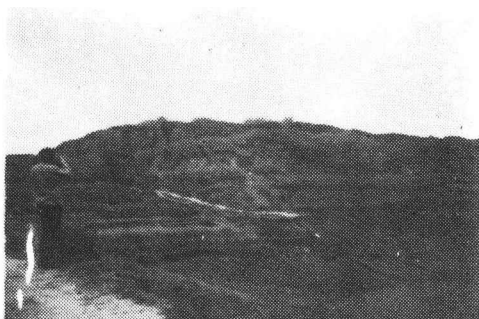
The purple soil degradation in the province is influenced by the properties of bedrocks and parent materials, the constraints of soil substance circulation and soil erosion, etc. The practices of rebuilding the ecological protective system of the purple soils, ameliorating soils, and improving soil fertility to enforce the ability of soil reaction on degradation, renovating the traditional tillage system, and protectively tilling can be taken to guard from and control the purple soil degradation.

According to the types and distribution of the purple soil degradation, the distribution area of the purple soils in Sichuan Province was divided into 6 subregions of controlling soil degradation, i. e. the northern, central, southern, eastern, western subregions of Sichuan Basin and the subregion of Panzhihua—Xichang. In accordance with the characteristics of the subregions and principal types of the purple soil degradation, the basic countermeasures of controlling degradation of the subregions had been proposed.

Key words Sichuan Province, purple soil degradation, present situation, cause, control



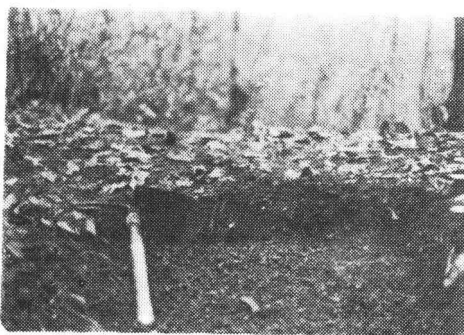
照片 1 仁寿县陵阳区上侏罗统遂宁组(J_{1s})泥岩发育成的紫色土,因生态破坏遭侵蚀而呈现的退化(徐建忠摄于1991-09-06)



照片 2 丰都县虎威区中侏罗统沙溪庙组(J_{2s})泥岩发育成的紫色土,因利用不当而加剧了退化,呈现的是“麻子地”(何毓蓉摄于1991-04-03)



照片 3 名山县城西乡下第三系(E)泥岩发育成的紫色土,物理性(含构造性)退化严重的石骨子土,裸岩地在扩大(徐建忠摄于1991-09-10)



照片 4 通江县陈河区 J_{3s} 泥岩发育成的紫色土剖面,其土层厚 <15 厘米,瘠薄化,构造性退化、营养性退化均严重(郭永明摄于1988-04-05)



照片 5 盐亭县林山乡上侏罗统蓬来镇组(J_{3p})泥岩发育成的紫色土,经恢复生态和实施保护性耕作后,退化得以有效防治(郭永明摄于1988-04-24)



照片 6 防治紫色土退化研究中所进行的土体改造和肥力动态监测的部分模拟试验(成文摄于1992-01-09)