

三峡库区紫色土坡地土壤退化程度评价及驱动机制

董杰¹, 段艺芳¹, 许玉凤¹, 杨达源², 周彬³

(1. 聊城大学 环境与规划学院, 山东 聊城 252059; 2. 南京大学 地理与海洋科学学院, 江苏 南京 210093; 3. 宁波大学 文学院, 浙江 宁波 315211)

摘要:以三峡库区紫色土坡地为例,运用模糊综合评判模型,对该区不同土地利用方式和不同坡度段的土壤退化程度进行了评价,并分析了引起该区土壤退化的主要驱动因子。结果表明,菜地、园地为未退化,耕地、林地轻度退化,草地、荒地中度退化,建设用地为重度退化;不同坡度段紫色土坡地皆为中度退化。人类活动是三峡库区紫色土坡地土壤退化的主要驱动力,土壤侵蚀是土壤退化的主要形式之一。地形、气候、母岩和紫色土特性等自然因子为土壤退化提供了条件;植被破坏,坡耕地面积较多、垦殖率高,耕作措施不当和种植制度不合理等人为因素则加速和加剧了该区土壤退化的进程。

关键词:紫色土坡地;土壤退化;驱动机制;三峡库区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2009)04-0051-06

中图分类号: S157, S158.1

Evaluation and Driving Mechanism of Land Degradation in a Sloping Field of Purple Soil in Three Gorges Reservoir Area

DONG Jie¹, DUAN Yi-fang¹, XU Yu-feng¹, YANG Da-yuan², ZHOU Bin³

(1. College of Environment and Planning, Liaocheng University, Liaocheng, Shandong 252059, China;

2. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing,

Jiangsu 210093, China; 3. Faculty of Liberal Arts, Ningbo University, Ningbo, Zhejiang 315211, China)

Abstract: Taking a sloping field of purple soil in the Three Gorges Reservoir area as an example, the authors synthetically evaluate purple soil degradation using Fuzzy model based on different landuse types and different slope segments and analyze the main driving forces leading to the degradation. Results show that vegetable land and garden are not subject to degradation; cultivated land and woodland have light degradation; grassland and wasteland have moderate degradation; construction area have severe degradation; and all the sloping fields of purple soil in different slope segments have moderate degradation. Human activities are the main factor of soil degradation in the Three Gorges Reservoir area and soil erosion is the main type of soil degradation. Natural factors such as landform, climate, parent rocks, purple soil characteristics are the conditions to soil erosion. Human factors such as severe vegetation destruction, a great many of sloping fields, and high reclamation rate, improper cultivation measure, and irrational planting system accelerate the soil degradation in the area.

Keywords: purple soil sloping field; soil degradation; driving mechanism; the Three Gorges Reservoir area

土壤在遭受自然因素或人为不合理活动的影响下,产生水土流失、土壤沙化、盐渍化、酸化等问题,从而导致土壤肥力衰退,性状恶化。其结果必然使农业生产降低或农产品质量下降。因此,加强土壤的退化评价研究,对土壤退化的预测、退化土壤的恢复重建、资源保护和开发利用具有重要意义。本研究以三峡库区紫色土坡地为例,运用模糊综合评判模型,对该区不同土地利用方式和不同坡度段土壤退化程度进行

了评价,并分析了引起该区土壤退化的主要驱动因子。

1 研究区概况与样品分析

1.1 研究区概况

研究区位于重庆市丰都县新县城以东的长江干流两岸,地理位置介于东经 107°42'18"—107°45'22", 北纬 29°51'44"—29°53'44"。该区地层以侏罗系沙溪庙组砂、页岩互层为主,地貌类型主要是低山、丘陵和

河谷。气候属中亚热带湿润季风气候,四季分明,雨量充沛。年均温 18.3℃,年降水量 1 087 mm。流域内大部分是紫色土坡耕地,植被覆盖率较低,约为 7%,水土流失严重^[1]。

1.2 样品分析

1.2.1 样品采集 采样工作于 2004 年 7 月进行。共选择了 3 条坡面线。依据不同坡度、不同土地利用方式及地貌形态,采用从坡脚到坡顶大致沿直线布设采样点,用 GPS 进行定位。所采样品均为表土层 0—20 cm 土壤。具体方法是在每一地块随机采 6 个土样,充分混合均匀后取其中 1 kg 左右装入自封塑料袋中。

1.2.2 样品测试 样品在室内洁净通风的环境中风干,剔除未分解的植物根系及残体、昆虫尸体、石块等杂物,用木制滚筒磨碎,过 10 目尼龙筛,用做土壤粒度分析。具体方法为:首先将待用样品进行洗样处理,以洗去样品中盐分、有机质和钙质胶结物等杂质,然后在洗过的样品中加入 0.5 mol/L 的六偏磷酸钠溶液若干次将其完全分散^[2],最后将分散过的样品送至南京大学国家重点学科自然地理粒度分析实验室,采用英国 Malvern 公司生产的 Mastersizer-2000 型激光粒度仪完成测试。

再将剩余的 10 目土壤样品用玛瑙研钵研磨过 20 目、100 目尼龙筛后,取足量装入纸质小袋送至南京土壤研究所分析测试中心测定有机质、氮、磷、钾等项目。具体测定方法为:有机质采用重铬酸钾法;全 N 采用重铬酸钾—硫酸硝化法;全 P 用高氯酸—硫酸酸溶—钼锑抗比色法;全 K 采用火焰光度法;碱解 N 采用碱解蒸馏法;速效 P 采用碳酸氢钠浸提—钼锑抗比色法;速效 K 为火焰光度法;阳离子交换量采用醋酸铵法;交换性 Na 和 K 采用火焰光度法;交换性 Ca 和 Mg 采用原子吸收光谱法;pH 值采用电位测定法(土:水=1:2.5)。将剩余的 100 目土壤样品用玛瑙研钵碾细过 200 目尼龙筛,再将样品制成粉末压片,在南京大学现代分析中心 X—射线荧光分析室,采用瑞士 ARL 公司生产的 9800XP+ 型 X—射线荧光光谱仪进行微量元素测试。共得到有效样品 57 个,原始数据 850 余个。

2 紫色土坡地土壤退化程度评价

2.1 土壤退化评价模型的选用

在土壤质量评价中,目前还没有标准的量化评价方法,但是在研究中已经存在一些评价体系。在土壤质量评价中经常使用的数学方法包括评分法、分等定级法、模糊评判法、聚类分析法以及地统计学方

法^[3-6]。这些方法在以往的土壤评价中使用比较广泛,有些比较成熟,而有些方法仍在研究之中。

土壤退化评价是土壤质量评价的重要内容。由于引起土壤退化的因素很多,要探讨各因子之间的关系和作用是很复杂的问题,复杂的问题又难以精确化,以致于一个系统的复杂性增大时,使之精确的能力将减少,达到一定阈值以上时,复杂性与精确性将相互排斥,与复杂性紧紧相伴的就是模糊性。这种复杂性与模糊性集中体现在评价指标的选取、数据获取、评分、赋权和土壤退化等级的划分等方面。模糊评判法在以往的土壤退化及其生态环境评价中已较成熟,得到广泛使用^[7-8]。本研究运用模糊集理论中的模糊综合评判方法对三峡库区紫色土坡地土壤退化予以评价。

2.2 土壤退化评价指标体系的建立

2.2.1 土壤退化评价指标选取的原则 紫色土退化特征主要表现为物理性退化、构造性退化、化学性退化和营养性退化,每种退化特征又包括很多退化因子^[9-10]。但对于不同的地块或不同的利用方式,土壤的退化可以表现为上述一个方面或几个方面的退化,而且其中总有一个方面或某几个方面是起主导作用的。因此,评价指标的选择,首先应遵循综合性与主导因子相结合的原则。其次,评价指标的选择应遵循形态—成因原则,应能科学地反映土壤退化发生发展过程及其主要表征^[11]。第三,是实用性原则,即所选取的评价指标应尽可能地简明实用,易于量化,可操作性强,且能反映地区实际情况。

2.2.2 土壤退化评价指标的选取 正确选择评价指标,是土壤退化评价的关键。因此,所选取的指标,必须是能反映或标志土壤退化的那些要素的特征或数值。依据上述原则,参考已有的研究成果^[7,10,12-14],并结合该区紫色土土壤退化实际,选取紫色土退化的评价指标主要包括:土壤物理指标:粗化度;土壤化学指标:pH;土壤营养指标:有机质、全氮、碱解氮、全磷、速效磷、全钾、速效钾、阳离子交换量以及微量元素综合指数。需要说明的是,第一,由于本次选取的土壤物理和化学指标较少,可将其合并为理化性退化集内;第二,反映紫色土营养状况的微量元素很多,若把这些要素都列入评价,土壤退化评价因子增加很多,会给后面的工作带来不便。因此,首先选择了 Cu, Fe, Zn, Mn, Co 这 5 种对植物必需的微量元素,以其含量对它们进行适当分级^[15];然后采用指数法对其进行评价(表 1)。通过计算,最后得出微量元素综合指数,以总分表示(表 2—3),利用其结果进行土壤退化的模糊评价。

表 1 紫色土微量元素含量分级及评分

微量元素含量分级	Cu/ (mg · kg ⁻¹)	Fe/ %	Zn/ (mg · kg ⁻¹)	Mn/ (g · kg ⁻¹)	Co/ (mg · kg ⁻¹)	微量元素含量等级评分
1	37.5	4.0	82.5	0.71	18.6	10
2	35.0 ~ 37.5	3.9 ~ 4.0	80.0 ~ 82.5	0.69 ~ 0.71	17.6 ~ 18.6	8
3	32.5 ~ 35.0	3.8 ~ 3.9	77.5 ~ 80.0	0.67 ~ 0.69	16.6 ~ 17.6	6
4	30.0 ~ 32.5	3.7 ~ 3.8	75.0 ~ 77.5	0.65 ~ 0.67	15.6 ~ 16.6	4
5	27.5 ~ 30.0	3.6 ~ 3.7	72.5 ~ 75.0	0.63 ~ 0.65	14.6 ~ 15.6	2
6	<27.5	<3.6	<72.5	<0.63	<14.6	1

表 2 不同土地利用方式紫色土微量元素综合指数

土地利用类型	耕地	菜地	园地	林地	草地	荒地	建设用地
微量元素综合指数	13	26	31	18	15	15	16

2.2.3 土壤退化评价的基本原理和方法

(1) 确定权重集 A。由于各土壤因子对土壤退化程度的影响不一,重要性不同,因此需要确定各评判因素对土壤退化的权重。关于权重确定方法,多数

是借助专家的丰富实践经验而获得。本研究采用专家打分法^[7,10,12]确定本研究区土壤退化评价因子的权重(表 4)。

表 3 不同坡度段紫色土微量元素综合指数

坡度段/(°)	0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	> 30
微量元素综合指数	11	32	15	21

表 4 紫色土退化类型评判因子权重集 T

退化类型	理化性退化		营养性退化								
退化因子	粗化	酸化	有机质贫化	全 N 贫化	碱解 N 贫化	全 P 贫化	速效 P 贫化	全 K 贫化	速效 K 贫化	离子交换性能弱化	微量元素减损
权重	0.15	0.10	0.20	0.09	0.10	0.08	0.11	0.04	0.06	0.04	0.03

(2) 给出评语集合 U。关于土壤退化的程度,一般分为 4 级或 5 级,前者包括未退化、轻度退化、中度退化和重度退化^[7,16-17];后者包括未退化、轻度退化、中度退化、重度(严重或强度)退化、极重度(剧烈或极强度)退化^[13-14,18]。本研究选择 5 级制,则土壤退化评语集合为 U = (U₀, U₁, U₂, U₃, U₄) = (未退化,轻度退化,中度退化,重度退化,极重度退化)。

(3) 建立从 A 到 U 的模糊相关矩阵 R

确定隶属函数。隶属函数的种类很多,本研究采用升(降)半梯形分布,建立一元线性隶属函数,其数学模型^[19]为:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1 & x \leq x_1 \text{ (或 } x \leq x_1) \\ \left| \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \right| & x_1 < x < x_2 \text{ (或 } x_2 > x > x_1) \\ 0 & x > x_2 \text{ (或 } x < x_2) \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu(x) = \begin{cases} \left| \frac{x - x_{i-1}}{x_i - x_{i-1}} \right| & x_{i-1} < x < x_i \text{ (或 } x_i < x < x_{i-1}) \\ \left| \frac{x - x_{i+1}}{x_{i+1} - x_i} \right| & x_i < x < x_{i+1} \text{ (或 } x_{i+1} < x < x_i) \\ 0 & x < x_{i-1} \text{ 或 } x > x_{i+1} \text{ (或 } x < x_{i+1} \text{ 或 } x > x_{i-1}) \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_n(x) = \begin{cases} 1 & x \leq x_n \text{ (或 } x \leq x_n) \\ \left| \frac{x - x_{n-1}}{x_n - x_{n-1}} \right| & x_{n-1} < x < x_n \text{ (或 } x_n < x < x_{n-1}) \\ 0 & x > x_n \text{ (或 } x > x_{n-1}) \end{cases} \quad (3)$$

式中: x₁, x₂, ..., x_i, ..., x_n ——分别为未退化 ~ 极重度退化的评价标准 (n = 1, 2, ..., 5), 取各退化等级范围值的上下限; x ——某种土地利用类型对于某一评价指标的特征数据; μ_i(x) ——各指标对不同退化等级的隶属度,可在 [0, 1] 区间连续取值。

给出单因素评价矩阵 R。

对于理化性退化、营养性退化,模糊矩阵 {R_{ij}} 的下标分别是 2 × 5, 9 × 5, 即 i 是因素集 {X_i} 的数量, j 是评语集 {U_j} 中评语的种类数量。

矩阵 R 可由 3 个步骤计算得出。首先以未退化样地土壤各因子含量作为参照,同时考虑到不同利用方式和不同坡度段各因子的范围值和均值^[20-21],确定各退化因素集各评判因素的等级标准^[7],建立了三峡库区紫色土退化评价指标体系。

然后,将原始数据整理后,再将各因素根据评判等级加以分值转换后,求解得不同利用方式和不同坡

度段退化土壤各评价指标的分值(表 5—6)。

最后,根据上述隶属函数模型式(1) —(3),将各因素得分值转换为各因素对评语集 $U(U_0, U_1, U_2,$

$U_3, U_4)$ 的隶属程度。得分值越大,则属 U_0 (未退化) 的隶属度值越大;得分值越小,则属 U_4 (极重度退化) 的隶属度值越大。

表 5 不同利用方式退化土壤各评价指标的分值

土地利用方式	粗化度	pH 值	有机质	全 N	碱解 N	全 P	速效 P	全 K	速效 K	阳离子交换量	微量元素综合指数
耕地	50.0	61.1	36.5	21.6	31.4	61.3	66.6	64.2	72.4	79.6	36.0
菜地	70.0	98.6	42.0	28.8	46.9	68.7	71.0	69.8	76.3	92.0	62.0
园地	89.3	84.0	52.3	39.6	62.3	70.0	126.0	96.2	103.6	107.7	72.0
林地	68.0	67.6	67.5	58.0	62.7	59.3	73.4	66.4	70.4	87.0	46.0
草地	66.0	46.8	41.3	34.4	34.0	71.3	54.0	48.0	61.3	59.0	40.0
荒地	18.3	42.0	37.5	23.2	25.8	54.7	80.2	50.4	57.3	78.0	40.0
建设用地	26.0	72.8	21.0	16.8	13.3	46.7	46.0	71.6	74.7	111.6	42.0

表 6 不同坡度段退化土壤各评价指标的分值

坡度段/ (°)	粗化度	pH 值	有机质	全 N	碱解 N	全 P	速效 P	全 K	速效 K	阳离子交换量	微量元素综合指数
0~10	64.0	97.4	39.0	23.6	38.9	61.3	68.6	66.7	75.5	85.8	32.0
10~20	56.0	66.0	41.3	27.6	31.7	68.0	80.2	61.0	66.6	88.8	74.0
20~30	19.3	62.8	39.8	32.0	36.9	62.0	76.2	59.8	70.1	68.8	40.0
>30	84.0	56.8	41.8	23.6	34.2	50.0	50.0	83.4	81.7	104.3	52.0

2.2.4 模糊综合评判 确定单因素评价矩阵 R 和权重集 A 后,经模糊运算 $B = A \cdot R$,得出综合评判评语集 B 。其 $b_j (j = 0, 1, 2, 3, 4)$ 与 $U_i (i = 0, 1, 2, 3, 4)$ 一一对应。根据最大隶属原则,选取 b_j 中最大值为该种土地利用方式或不同坡度段土壤退化的评语,即可判断出是否退化或退化的程度。

土壤退化是各个因素综合影响的结果,需要整体性指标,故模糊运算采用主因素突出型算子 (\cdot, V) 。

(\cdot, V) 算子的含义为:对于式子 $b_j = \bigvee_{i=1}^m (a_i \cdot r_{ij}) (i = 1, 2, \dots, 11; j = 1, 2, \dots, 5)$, 第一步运算“ $a_i \cdot r_{ij}$ ”, 由于权重 a_i 的参与,实际上考虑了该种因子在整个土壤退化评价中的作用;第二步运算“ $\bigvee (a_i \cdot r_{ij})$ ”则突出了主导因素的作用。因而由此得出的评语是符合综合分析和主导因素相结合原则的。

按照上述步骤,可求得不同利用方式和不同坡度段紫色坡地土壤退化等级(表 7—8)。

2.3 土壤退化模糊综合评判结果分析

2.3.1 不同利用方式土壤退化程度 表 7 表明,整体而言,各种土地利用方式存在不同程度的退化现象。其中,建设用地退化最为严重,以重度退化为主;其次是荒地和草地(本区草地多为稀疏荒草地),主要为中度退化,相对而言,荒地较草地向重度退化方向

发展较快;耕地、林地皆以轻度退化为主,但林地相对耕地退化较轻;菜地和园地评价虽以未退化为主,但也存在轻度、中度甚至重度退化现象,这两种利用方式退化较轻的主要原因是大量的有机肥和化肥施于这两类土地,使土壤养分含量相对较高,且经营管理精细,故退化较轻。

表 7 不同利用方式紫色坡地土壤退化程度

土地利用方式	模糊综合评语集	退化程度
耕地	(0.134 3, 0.370 7, 0.328 2, 0.166 8, 0.000 0)	轻度
菜地	(0.381 8, 0.282 7, 0.285 1, 0.050 4, 0.000 0)	未退化
园地	(0.569 5, 0.263 5, 0.165 2, 0.001 8, 0.000 0)	未退化
林地	(0.344 2, 0.623 0, 0.032 8, 0.000 0, 0.000 0)	轻度
草地	(0.094 1, 0.373 9, 0.476 8, 0.055 2, 0.000 0)	中度
荒地	(0.146 0, 0.145 5, 0.386 9, 0.308 8, 0.012 8)	中度
建设用地	(0.171 3, 0.131 5, 0.212 2, 0.437 1, 0.047 9)	重度

2.3.2 不同坡度段土壤退化程度 从表 8 可以看出,三峡库区紫色坡地不同坡度段皆以中度退化为主,但 20°~30° 和 >30° 坡度段紫色土退化较 0°~10° 和 10°~20° 更为严重,特别是 20°~30° 坡度段向重度退化方向发展的速度较快。

表8 不同坡度段紫色土坡地土壤退化程度

坡度/(°)	模糊综合评语集	退化程度
0~10	(0.282 4, 0.297 6, 0.318 7, 0.101 3, 0.000 0)	中度
10~20	(0.302 8, 0.290 2, 0.309 7, 0.097 3, 0.000 0)	中度
20~30	(0.159 0, 0.270 6, 0.366 9, 0.198 2, 0.005 3)	中度
>30	(0.290 0, 0.215 0, 0.392 2, 0.102 8, 0.000 0)	中度

3 紫色土坡地土壤退化主要驱动因子

三峡库区紫色土面积占土地总面积的19%~40%,其中紫色土坡耕地占耕地面积的78.7%。紫色土作为地理生态环境条件之一,与母岩、地貌、气候、植被等地理生态环境要素有密切关系。紫色土作为自然资源,必然与人类活动发生关系。它们之间相互影响、相互作用,既有积极的一面,也有不利的一面。后者主要表现为紫色土退化,生产力下降。

从全球范围来看,不当的人类活动是土壤退化的主要驱动力量^[22],土壤侵蚀是土壤退化的主要形式之一。而全球的土壤退化中水蚀影响占56%^[23]。在紫色土分布区,由于紫色土本身的特性与自然环境,水土流失已成为紫色土退化的最主要形式。对三峡库区紫色土分布区进行主成分分析表明,降雨、径流在土壤侵蚀影响因子中贡献率为50%~70%,地形因子占10%~20%,土壤类型(包括土地利用方式等)占15%^[24]。该区紫色土坡地土壤退化是自然因素和人类活动综合作用的结果。

3.1 自然因子

引起三峡库区紫色土坡地土壤侵蚀(退化)的自然因素主要有地形、气候、母岩和土壤类型。在三峡库区紫色砂页岩地区,沟壑纵横,相对高差悬殊,江面海拔高程为89~160 m,两岸山地为1 000~2 500 m。山地和丘陵占总面积的95.7%,其中坡度大于15°的山地面积占总面积的74.0%。起伏的地形为土壤侵蚀提供了条件^[25]。降雨径流是紫色土侵蚀的主要气候因子,尤以暴雨为甚。研究表明,该区年降水量为1 087 mm,降雨集中(5—9月降雨量占全年降雨量的60%~80%)、强度大(多暴雨,最大日降雨量达308.9 mm),水力冲蚀作用强烈,极易于水土流失的发生^[26-27]。

紫色母岩为钙质胶结,极易溶解于含有CO₂的雨水,胶结能力较差,加之紫色母岩矿物组成复杂,含深色矿物多,冷热干湿胀缩变化剧烈,易于崩解剥离,形成0.15~40 mm的碎屑物^[28]。裸露岩面能迅速形成大量松散碎屑,为母质侵蚀提供大量的物质来源^[25]。土壤退化发生的程度还取决于土壤性质。而紫色土

自身的有机质含量低,分散度高,抗蚀性差,属易蚀土壤。同时紫色土中>0.01 mm的通气孔隙量比细孔隙量高22.2%~66.1%。这种孔隙分布特点可能是紫色土普遍具有较高的水分初渗量,但水分却难以保持,同时土壤内径流强度较大,土壤细分散物质易悬移,是促使土壤进一步侵蚀的原因之一^[29]。

3.2 人为因子

人为因素加剧了三峡库区紫色土坡地的土壤侵蚀。植被覆盖度的减少是该区土壤侵蚀加剧的重要因素。在三峡库区紫色丘陵地区,20世纪50年代初,库区各县森林覆盖率尚有30%~50%,目前仅为3.0%~15.7%,沿江两岸仅有5%~7%^[30]。森林的减少除了造成水土流失剧烈外,还引起农村“四料”(饲料、肥料、燃料、木料)奇缺,大片农田失去有机物源,致使紫色土耕地土壤有机质和其它养分含量普遍减少,大面积土壤出现营养性退化,肥力降低。

库区人多地少,耕地后备资源不足,人们以开垦坡地、广种薄收来满足粮食之需。据典型调查,山区每增加1人,相应增加坡耕地0.13~0.17 hm²,结果垦殖率越来越高,垦殖坡度越来越陡,土壤侵蚀量成倍增加^[31]。三峡库区现有紫色土坡耕地约占耕地总面积的78.7%,其中坡度>25°坡耕地约占全区旱地面积的43.5%,有的耕作坡度竟达60°左右,垦殖指数为44.5%,因此土壤退化普遍。

传统耕作,如顺坡耕种,使坡面径流集中在垄沟里自上而下排泄,加剧了土壤侵蚀。在三峡库区紫色丘陵区内,顺坡耕种极为普遍,是诱发坡耕地水土流失严重的主要原因之一^[32]。另外,忽略土壤肥力的维护,重耕轻养,过度利用,也是导致紫色土肥力退化的重要因素。

坡耕地的水土流失除受上述因子影响外,还受作物布局、作物种类、生长季节等的影响^[33]。库区现行坡耕地种植制度主要为两熟和三熟制,海拔500 m以下多为三熟制,500~800 m基本上是两熟制,而800 m以上则为一熟制。从种植制度的配置结构看,重粮食作物轻经济作物的倾向十分明显,而在粮食作物搭配上又重禾薯类耗地作物,轻豆类养地作物,导致坡耕地地力衰退。库区大部分坡耕地为小麦—玉米、小麦—花生、小麦—甘薯、油菜—玉米等两熟制,雨季来临时,坡地覆盖度很低,如套种玉米的麦地或豌豆地,覆盖度一般仅为50%~55%,加之春耕不久,土壤疏松,抗蚀力低,遇暴雨则大量流失。

4 结语

(1) 运用模糊综合评判方法,选择土壤粗化度、pH、有机质、全N、碱解N、全P、速效P、全K、速效

K、CEC 和微量元素综合指数共 11 个评判指标,对不同利用方式和不同坡度段的紫色土退化状况进行了综合评判。结果表明,菜地、园地为未退化,耕地、林地轻度退化,草地、荒地中度退化,建设用地上重度退化;不同坡度段紫色土坡地皆为中度退化。

(2) 人类活动是三峡库区紫色土坡地土壤退化的主要驱动力,土壤侵蚀是土壤退化的主要形式之一。地形、气候、母岩、紫色土的特性等自然因子为土壤退化提供了条件;植被破坏,坡耕地多、垦殖率高,耕作措施不当和种植制度不合理等人文因素则加速和加剧了该区土壤退化的进程。

[参 考 文 献]

- [1] 四川省丰都县地方志编纂委员会. 丰都县志[M]. 成都: 四川科技出版社, 1991.
- [2] 徐馨, 何才华, 沈志达, 等. 第四纪环境研究方法[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1992.
- [3] Doran J W, Coleman D C. Defining soil quality for a sustainable environment[C]//New York: SSSA Special Publication, 1994.
- [4] Smith J L, Halvorson J J. Using multiple-variable indicator kriging for evaluating soil quality[J]. Soil Sci. Soc. Am. J., 1993, 57: 743-749.
- [5] Michael J S, Stephanie E. Soil quality[M]// Interdisciplinary aspects of soil science. CRC Press, 1999.
- [6] FAO. A framework for land evaluation[C]// Rome: FAO Soils Bulletin, 1976.
- [7] 黄成敏, 何毓蓉, 文安邦. 四川紫色土退化的分类与分区[J]. 山地研究, 1993, 11(4): 201-208.
- [8] 蔡劲松, 万新南. 岷江上游生态环境地质概况及其质量的模糊评价[J]. 水土保持研究, 2004, 11(2): 113-114, 124.
- [9] 何毓蓉, 张丹, 宫阿都. 长江上游退耕还林区的土壤退化与肥力重建[J]. 山地学报, 2000, 18(6): 526-529.
- [10] 章家恩, 徐琪. 三峡库区秭归县土壤退化综合评价[J]. 生态农业研究, 1999, 7(1): 32-35.
- [11] 卢金发. 中国东部亚热带丘陵山地土地退化评价指标体系研究[J]. 地理研究, 1998, 17(4): 345-350.
- [12] 史志华, 蔡崇法, 丁树文, 等. GIS在三峡库区土壤肥力综合评价中的应用[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(1): 74-78, 96.
- [13] 何毓蓉, 张丹, 张映翠, 等. 金沙江干热河谷区云南土壤退化过程研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(4): 1-5, 38.
- [14] 史德明, 韦启潘, 梁音, 等. 中国南方侵蚀土壤退化指标体系研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14(3): 1-9.
- [15] 邢光熹, 朱建国. 土壤微量元素和稀土元素化学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [16] 杨艳生. 土壤退化指标体系研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1998, 4(4): 44-46, 71.
- [17] 唐治诚, 钟冰. 云阳县旱地土壤退化及防治[J]. 水土保持研究, 2002, 9(4): 133-135.
- [18] 卢金发. 中国南方地区土地退化动态变化及人类活动的影响[J]. 地理科学进展, 1999, 18(3): 215-221.
- [19] 汪培庄. 模糊集合论及其应用[M]. 上海: 上海科技出版社, 1983.
- [20] 董杰, 罗丽丽, 杨达源, 等. 三峡库区紫色土坡地土壤退化特征: 土壤养分贫瘠化[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(6): 58-64.
- [21] 董杰, 张重阳, 罗丽丽, 等. 三峡库区紫色土坡地土壤粗骨沙化和酸化特征[J]. 水土保持学报, 2007, 21(6): 31-34.
- [22] Villamil M B, Amiotli N M, Peinemann N. Soil degradation related to overgrazing in the semi-arid southern Caldanel area of Argentina[J]. Soil Science, 2001, 166: 441-452.
- [23] Levia D F. 土地为什么持续退化[J]. AMBIO, 1999, 28(2): 200-201.
- [24] 陈国阶, 徐琪, 杜榕桓, 等. 三峡工程对生态与环境的影响及对策研究[M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [25] 中国科学院成都分院土壤研究室. 中国紫色土[M]. 上篇. 北京: 科学出版社, 1991.
- [26] 黄健民. 长江三峡地理[M]. 重庆: 重庆出版社, 1999.
- [27] 王玉宽, 文安邦, 张信宝. 长江上游重点水土流失区坡耕地土壤侵蚀的¹³⁷Cs法研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 77-80.
- [28] 何毓蓉. 中国紫色土[M]. 下篇. 北京: 科学出版社, 2003.
- [29] 何毓蓉, 潘乐华, 文安邦. 四川盆地丘陵区紫色土退化研究: 紫色土物理特性及退化特征[J]. 资源开发与保护, 1990, 6(1): 3-7.
- [30] 杜佐华, 严国安. 三峡库区水土保持与生态环境改善[J]. 长江流域资源与环境, 1999, 8(3): 299-304.
- [31] 张崇庆. 三峡库区水土流失及其防治对策[J]. 中国水土保持, 2002(6): 9-10.
- [32] 赵其国. 土壤退化及其防治[J]. 土壤, 1991, 23(2): 57-60, 86.
- [33] 陈治谏, 廖晓勇, 刘邵权, 等. 三峡库区坡耕地持续性利用技术及效益分析[J]. 水土保持研究, 2004, 11(3): 85-87.