

夏 栋,蔡崇法,龙 莉,等. 鄂东南花岗岩区不同崩岗侵蚀程度的农田土壤质量评价[J]. 江苏农业科学,2017,45(15):254-258.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.15.065

鄂东南花岗岩区不同崩岗侵蚀程度的农田土壤质量评价

夏 栋¹, 蔡崇法², 龙 莉³, 丁树文², 邓羽松²

(1. 三峡大学水利与环境学院,湖北宜昌 443002; 2. 华中农业大学资源与环境学院,湖北武汉 430070;
3. 四川省水利科学研究院,四川成都 610072)

摘要:崩岗侵蚀是我国南方花岗岩区最主要的侵蚀类型,造成该地区严重的水土流失,导致农田沙化严重,土壤质量下降。开展崩岗侵蚀对农田土壤质量的影响程度研究,能够拓宽对崩岗侵蚀对农田质量危害的认识以及为沙化农田质量的改良提供依据。以湖北省通城县不同崩岗侵蚀影响程度下(强影响区、弱影响区、无影响区)的水田、旱地土壤为研究对象,通过室内试验分析其土壤理化性质,并采用等级评价方法评价不同崩岗侵蚀影响程度下农田的土壤质量。结果表明,水田和旱地的砾石、沙粒含量均表现为强影响区>弱影响区>无影响区,粉粒和黏粒含量则表现相反,而土壤的容重则呈现不规则的变化,旱地的饱和导水率相对高于水田的;不同影响区水田和旱地土壤均呈不同程度的酸性,水田土壤有机质含量、碱解氮含量、有效磷含量、速效钾含量以及阳离子交换量均表现为无影响区>弱影响区>强影响区,但受耕作年限以及种植作物的影响,旱地则表现为无影响区>强影响区>弱影响区。不同影响区农田受崩岗侵蚀影响等级系数 H 、物理性质等级系数 F 、化学肥力性质等级系数 P 以及农田质量等级系数 A 总体上均表现为无影响区>弱影响区>强影响区。系数值越大,表明农田受崩岗侵蚀影响程度越小,说明本研究提出的评价方法与结论能较好地反映出农田受崩岗侵蚀影响的效应。

关键词:崩岗侵蚀;农田;土壤质量评价;花岗岩区;鄂东南;侵蚀类型;等级评价;容量;导水率

中图分类号: S157 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)15-0254-05

崩岗是指在水力和重力共同作用下山坡土体受破坏而崩塌和冲刷的侵蚀现象^[1],也是华南地区水土流失严重的表现特征^[2]。尤其是花岗岩风化壳发育地区,崩岗分布较多且密集,因此造成严重的土壤侵蚀和水土流失。崩岗侵蚀量大,单个崩岗区土壤侵蚀模数可达 21.0 万~37.5 万 t/(km²·年)^[3],其产沙量和危害程度远大于面蚀和沟蚀。崩岗侵蚀所产生的大量泥沙由沟道排出,变良田为沙砾裸露的沙渍地,流出黄泥水沉积形成新覆盖层,致使原来熟化的耕作层被淤埋,变高产田为低产田,造成农田质量下降^[4-5]。因此,开展崩岗侵蚀对农田土壤质量的影响程度研究,能够拓宽对崩岗侵蚀对农田质量危害的认识以及为沙化农田质量的改良提供依据。针对崩岗侵蚀的研究当前主要集中在崩岗的调查^[6]、

成因与形成机理^[7-10]、岩土特性^[11-12]、崩岗的危害及防治^[13-16]等方面,对崩岗下游洪积扇区农田的研究则仅限于土壤质地及泥沙来源^[17]、养分状况^[18-19]等方面。邓羽松等对赣县崩岗洪积扇土壤理化性质在空间分布上的分异规律进行研究,结果指出由扇顶到扇缘,土壤砾石和沙粒质量分数均逐渐减少,粉粒和黏粒质量分数则逐渐增加,土壤肥力也随之呈显著增加趋势^[18]。关于不同崩岗侵蚀影响程度下农田土壤理化性质的特点以及农田质量评价,当前则鲜有报道。本研究以湖北省通城县不同崩岗侵蚀影响程度(强影响区、弱影响区和无影响区)下的农田(水田、旱地)土壤为研究对象,分析其土壤理化性质以及评价其土壤质量,结合评价方法分析崩岗侵蚀对农田土壤质量的影响程度,旨在为崩岗侵蚀区农田土壤质量的提升以及对农田的合理利用提供理论和实践依据,同时为农田质量恢复技术的提出奠定理论基础。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地概况

通城县位于鄂东南,湘、赣、鄂交界处幕阜山北麓,地跨东

收稿日期:2016-03-25

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2011BAD31B04)。

作者简介:夏 栋(1985—),男,湖北黄冈人,博士,讲师,主要从事崩岗侵蚀与生态恢复的研究。E-mail:xiadong2015@ctgu.edu.cn。

通信作者:蔡崇法,博士,教授,主要从事土壤侵蚀与水土保持研究。E-mail:cfcfai@mail.hzau.edu.cn。

[30]陈兰钗,方 扬,靳艳玲,等. 浮萍(*Lemna aequinoctialis*)干粉对 Pb²⁺ 的吸附[J]. 应用与环境生物学报,2013,19(6):1046-1052.

[31] Davis T A, Volesky B, Mucci A. A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae[J]. Water Research, 2003, 37(18):4311-4330.

[32] Salvado A P A, Campanholi L B, Fonseca J M, et al. Lead (II)

adsorption by peach palm waste [J]. Desalination and Water Treatment, 2012, 48(1/2/3):335-343.

[33]陈云嫩. 废麦糟生物吸附剂深度净化水体中砷、镉的机理及应用[M]. 北京:化学工业出版社,2011.

[34]韦星任. 浮萍在几种重金属污染水环境植物修复中的应用潜力[D]. 南宁:广西大学,2010.

经 113°36′~114°4′、北纬 29°2′~29°24′,属北亚热带季风气候区,光照适中,气候温和,四季分明。年平均气温 17℃,7 月最热,1 月最冷。≥10℃的积温约为 5 058℃,无霜期 260 d 左右。通城县雨量充沛,年降水量 1 521 mm,主要集中在 3—9 月,雨热同季。大地构造属扬子地台江南台褶带,南高北低,地形起伏较大,中山、低山、丘陵呈台阶状分布。该区花岗岩形成于燕山期,由于燕山运动巨大南北向挤压力的影响,岩石破裂形成多组节理。岩石风化后,形成疏松较厚的风化壳,低丘地带厚度可达 30 m^[20]。

表 1 不同崩岗侵蚀影响区农田的概况

农田类型	影响区类型	编号	经纬度	崩岗数量(个)			最近距离(m)	与最大崩岗距离(m)	平均距离(m)	崩岗治理	耕作年限(年)
				总数	活动型	稳定型					
水田	强影响区	1	113°46′21.3″E、29°20′16.1″N	5	5	0	28	28	71	大部分未治理	32
		2	113°47′46.9″E、29°18′42″N	18	12	6	114	138	149	谷坊、排沙沟	35
	弱影响区	3	113°45′3.6″E、29°12′45.1″N	3	0	3	41	207	109	生物工程措施	30
	无影响区	4	113°47′31″E、29°18′17″N	0	0	0					60
旱地	强影响区	5	113°46′27.1″E、29°19′54.3″N	5	5	0	12	122	41	大部分未治理	35
	弱影响区	6	113°46′35.1″E、29°13′12.9″N	10	3	7	86	171	134	排沙沟	28
	无影响区	7	113°46′38.4″E、29°19′44.3″N	0	0	0					60

1.3 研究方法

1.3.1 取样及测定方法 每个影响区的水田和旱地分别选择种植相同作物农田各 3 块作为采样单元,按“S”形线选取 5 个采样点,采集 0~15 cm 土层的环刀样,3 次重复。在相同采样点采集散状土样,将土样混匀后按四分法保留 1 kg 左右带回实验室,统一编号。土壤风干后磨细,并按测定要求过筛,装入磨口瓶中备用。2014 年 3—4 月完成各崩岗侵蚀影响区水田和旱地的采样与调查,2014 年 4—7 月进行各项指标的试验与分析。土壤的理化性质均按常规方法进行测定^[23-24]。

1.3.2 农田质量等级评价方法 (1)农田受崩岗影响等级评价。选取参数主要为稳定型崩岗占崩岗总量的比例(h_1)、

1.2 崩岗侵蚀影响区

在通城县选取若干研究区,按现阶段是否受崩岗影响以及影响的时间和程度可分为强影响区、弱影响区和无影响区,为更全面地评价崩岗对农田质量的影响,其中强影响区选择了 2 个水田,研究各区依据及特点参考文献[21-22]。选定各研究区农田周围崩岗概况以及耕作年限如表 1 所示。选定的研究区域内,水田主要是水稻(*Oryza sativa*)与油菜(*Brassica campestris*)轮作,旱地种植的是棉花(*Gossypium hirsutum*)、大豆(*Glycine max*)、花生(*Arachis hypogaea*)等作物。

农田与崩岗距离(h_2)、崩岗治理情况(h_3),由此计算出农田受崩岗影响的等级系数 H :

$$H = h_1 + h_2 + h_3; \tag{1}$$

$$h_1 = \text{稳定型崩岗数量/崩岗总量}; \tag{2}$$

$$h_2 = (h_n + h_b + h_s)/3。 \tag{3}$$

式中: h_n 为农田周边最近崩岗距离等级系数; h_b 为农田周边最大崩岗距离等级系数; h_s 为农田与周边各崩岗距离平均数等级系数。

根据野外调查并结合综合治理后的效果,崩岗治理情况(h_3)的等级采用打分法。 h_n 、 h_b 、 h_s 、 h_3 的分值等级划分依据如表 2 所示。

表 2 农田与崩岗距离、治理情况、物理性质等级系数

等级	距离(m)	h_n 、 h_b 、 h_s 分值	治理程度	h_3 分值	质地		砾石含量(%)	容重(g/cm^3)	饱和导水率(cm/s)	f_n 分值
					水田	旱地				
一等	>200	1.00	好	1.00	粉黏壤土、粉土	壤土	<10	$1.15 < x \leq 1.25$	10^{-4}	1.00
二等	100~200	0.80	中	0.70	壤土、粉壤土	粉土、粉壤土、粉黏壤土	10~20	$1.05 < x \leq 1.15$ 、 $1.25 < x \leq 1.35$	10^{-5}	0.80
三等	50~100	0.50	弱	0.40	沙壤土、沙黏壤土、壤沙土	沙壤土、沙黏壤土、壤沙土	20~30	$1.35 < x \leq 1.45$	10^{-3}	0.50
四等	<50	0.30	无	0.10	沙土	沙土	>30	≤ 1.05 、 >1.45	$<10^{-5}$ 、 $>10^{-3}$	0.30

注: f_n 分值为 f_1 f_2 f_3 f_4 的分值。

(2)农田物理性质等级评价。选取参数主要为质地 f_1 、砾石含量 f_2 、容重 f_3 、饱和导水率 f_4 ,均采用打分法,由此计算出农田物理性质等级 F :

$$F = f_1 + f_2 + f_3 + f_4。 \tag{4}$$

各分值等级划分依据如表 2 所示。

(3)农田肥力等级评价。肥力等级采用阍文杰等提出的评价方法^[25],选取参数主要为有机质含量、碱解氮含量、有效磷含量、速效钾含量、pH 值、阳离子交换量。参数间由于量纲的差别应进行标准化,方法为

$$P_i = c_i/x_a \quad (c_i \leq x_a); \tag{5}$$

$$P_i = 1 + \frac{c_i - x_a}{x_c - x_a} \quad (x_a \leq c_i \leq x_c); \tag{6}$$

$$P_i = 2 + \frac{c_i - x_c}{x_p - x_c} \quad (x_c \leq c_i \leq x_p); \tag{7}$$

$$P_i = 3 \quad (c_i \geq x_p)。 \tag{8}$$

式中: P_i 为各指标分肥力系数; c_i 为该指标测定值; x_a 、 x_c 、 x_p 为分级标准值。土壤各选取指标分级标准值如表 3 所示。肥力系数计算参考内梅罗公式^[18]并加以修改:

$$P = \sqrt{\frac{(p_i)^2 + (p_{i,\min})^2}{2}} \left(\frac{n-1}{n} \right)。 \tag{9}$$

式中: P 为土壤肥力系数; p_i 为土壤各指标分肥力系数平均

表 3 土壤各属性分级标准值

土壤属性	有机质含量 (g/kg)	碱解氮含量 (mg/kg)	有效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	阳离子交换量 (cmol/kg)	pH 值
x_a	10.00	60.00	5.00	50.00	5.00	4.50
x_c	20.00	120.00	10.00	100.00	10.00	5.50
x_p	30.00	180.00	20.00	200.00	15.00	6.50

值; $P_{i,\min}$ 为土壤各指标分肥力系数中的最小值; n 为参与评价的土壤指标个数。

(4) 农田质量等级评价。结合主成分分析法确定各系数的权重,计算出各研究区农田质量等级系数 A ,评价出农田质量优劣。

$$A = 20\% H + 40\% F + 40\% P。$$
 (10)

1.4 数据处理

数据经 Excel 整理后采用 SPSS 16.0 统计分析软件对不同影响区农田土壤理化性质指标值进行单因素方差 (one-way ANOVA) 分析,其多重比较采用 Duncan's 方法进行差异显著性分析,然后进行 t 检验 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

2 结果与分析

2.1 不同影响区农田土壤物理性质分析

由表 4 可知,在水田利用方式下,强影响区农田的砾石含量较高,分别为 $(17.84 \pm 0.99)\%$ 、 $(13.20 \pm 0.74)\%$,均显著高于其他影响区农田的砾石含量 ($P < 0.05$),粉粒含量和黏粒含量则较低;而无影响区的 4 号农田上述指标的含量则表现相反;2 号农田的容重最高,为 (1.23 ± 0.05) g/cm³,4 号农田的饱和导水率最高,为 6.29×10^{-4} cm/s,显著高于其他水田 ($P < 0.05$)。在旱地利用方式下,不同影响区的砾石含量、

沙粒含量、粉粒含量、黏粒含量的变化趋势与水田利用方式下一致,随着崩岗侵蚀影响程度增大,砾石含量、沙粒含量增加而粉粒含量、黏粒含量下降;强影响区的 5 号农田的饱和导水率最高,为 4.51×10^{-3} cm/s,显著高于其他影响区的水田和旱田 ($P < 0.05$);弱影响区的 6 号农田的容重最高,为 (1.37 ± 0.02) g/cm³。

2.2 不同影响区农田土壤化学性质分析

由表 5 可知,水田和旱地的 pH 值除无影响区的 7 号农田呈弱酸性外,其他农田土壤均呈不同程度的酸性,且 4 号农田土壤酸性明显。在水田利用方式下,无影响区 4 号农田的有机质含量、碱解氮含量、有效磷含量、速效钾含量均最高,特别是碱解氮含量、有效磷含量显著高于 1、2、3 号农田 ($P < 0.05$);阳离子交换量则以 1 号农田最高,其次为 4 号农田。在旱地利用方式下,无影响区 7 号农田的有机质含量、碱解氮含量、有效磷含量、速效钾含量均最高,且显著高于 5、6 号农田的值 ($P < 0.05$),但弱影响区的 6 号农田各指标值除 pH 值外,其他指标均显著低于强影响区 5 号农田 ($P < 0.05$),可能与耕作措施有关;5 号农田和 7 号农田的阳离子交换量差别不大。总体来看,水田和旱地土壤的各化学性质受崩岗侵蚀的影响明显,不同的影响程度下,各指标的含量差异较大。

表 4 不同影响区农田的物理性质

农田类型	影响区类型	编号	饱和导水率 (cm/s)	容重 (g/cm ³)	砾石含量 (%)	沙粒含量 (%)	粉粒含量 (%)	黏粒含量 (%)	质地
水田	强影响区	1	$9.21 \times 10^{-5}b$	$0.83 \pm 0.08a$	$17.84 \pm 0.99d$	$74.20 \pm 0.10c$	$18.02 \pm 0.83b$	$7.78 \pm 0.18b$	沙壤土
		2	$2.11 \times 10^{-5}a$	$1.23 \pm 0.05cd$	$13.20 \pm 0.74c$	$73.08 \pm 1.36c$	$18.09 \pm 0.77b$	$8.38 \pm 0.63b$	沙壤土
	弱影响区	3	$2.42 \times 10^{-4}c$	$1.17 \pm 0.06b$	$9.31 \pm 0.91b$	$42.70 \pm 0.84b$	$38.35 \pm 0.20c$	$18.95 \pm 0.88d$	壤土
		4	$6.29 \times 10^{-4}d$	$1.19 \pm 0.03bc$	$7.87 \pm 0.40a$	$32.76 \pm 1.98a$	$43.81 \pm 1.59d$	$23.43 \pm 0.55e$	壤土
旱地	强影响区	5	$4.51 \times 10^{-3}f$	$1.27 \pm 0.07d$	$22.80 \pm 0.53e$	$74.04 \pm 0.37c$	$19.57 \pm 1.10b$	$6.39 \pm 0.43a$	沙壤土
	弱影响区	6	$1.96 \times 10^{-3}e$	$1.37 \pm 0.02e$	$18.93 \pm 1.01d$	$83.92 \pm 0.63d$	$9.72 \pm 0.40a$	$6.36 \pm 0.22a$	壤沙土
	无影响区	7	$1.40 \times 10^{-4}bc$	$1.21 \pm 0.01c$	$8.52 \pm 0.57ab$	$46.36 \pm 0.97b$	$40.12 \pm 0.61cd$	$13.52 \pm 0.62c$	壤土

注:同列不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$)。表 5 同。

表 5 不同影响区农田的化学性质

农田类型	影响区类型	编号	pH 值	有机质含量 (g/kg)	碱解氮含量 (mg/kg)	有效磷含量 (mg/kg)	速效钾含量 (mg/kg)	阳离子交换量 (cmol/kg)
水田	强影响区	1	$4.97 \pm 0.03c$	$15.92 \pm 0.87c$	$85.22 \pm 1.11c$	$4.80 \pm 0.26c$	$63.90 \pm 3.09c$	$12.52 \pm 0.51d$
		2	$4.92 \pm 0.02c$	$23.58 \pm 0.15d$	$90.62 \pm 3.54d$	$10.01 \pm 0.71e$	$89.54 \pm 5.36d$	$4.85 \pm 0.32b$
	弱影响区	3	$4.69 \pm 0.03b$	$27.10 \pm 3.11e$	$99.63 \pm 8.73d$	$8.59 \pm 0.26d$	$99.14 \pm 6.21de$	$7.65 \pm 0.21c$
		4	$4.58 \pm 0.01a$	$29.13 \pm 1.21e$	$154.22 \pm 9.67e$	$17.82 \pm 0.65f$	$108.23 \pm 9.43e$	$11.95 \pm 0.46d$
旱地	强影响区	5	$5.06 \pm 0.04d$	$3.16 \pm 0.49b$	$14.87 \pm 0.44b$	$2.67 \pm 0.08b$	$55.14 \pm 2.55b$	$7.54 \pm 0.31c$
	弱影响区	6	$4.76 \pm 0.02b$	$0.96 \pm 0.06a$	$4.99 \pm 1.01a$	$1.87 \pm 0.34a$	$13.62 \pm 0.98a$	$2.41 \pm 0.26a$
	无影响区	7	$5.90 \pm 0.04e$	$17.51 \pm 0.43c$	$98.43 \pm 5.63d$	$23.78 \pm 1.32g$	$166.44 \pm 9.32f$	$7.55 \pm 0.50c$

2.3 不同影响区农田受崩岗侵蚀影响等级评价

结合表 1 中的调查概况,由表 6 可知,总体上水田和旱地土壤各指标的分系数、受崩岗影响等级系数 H 以及物理性质

等级系数 F 值基本表现为无影响区 > 弱影响区 > 强影响区,3 号与 4 号农田的 F 值以及 5 号与 6 号农田的 F 值之间无差别。农田崩岗侵蚀影响等级系数 H 以及物理性质等级系数 F

值越大,表明其受崩岗侵蚀影响程度越小,4、7 号农田的 F 、 H 值均最高,受影响程度最小。从实际的调查来看,崩岗侵蚀严重区以及分布较多的区域,作物生长状况以及产量等均较差,

农田崩岗侵蚀影响等级系数以及物理性质等级系数分析结果与实际状况基本吻合。

表 6 不同影响区农田崩岗侵蚀影响等级系数 H 以及物理性质等级系数 F

农田类型	影响区类型	编号	h_1	h_2				h_3	H	f_1	f_2	f_3	f_4	F
				h_n	h_b	h_s	总计							
水田	强影响区	1	0.00	0.30	0.30	0.50	0.37	0.40	0.77	0.50	0.80	0.30	0.80	2.40
		2	0.33	0.80	0.80	0.80	0.80	0.40	1.53	0.50	0.80	1.00	0.80	3.10
	弱影响区	3	1.00	0.30	1.00	0.80	0.70	0.70	2.40	0.80	1.00	1.00	1.00	3.80
	无影响区	4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	0.80	1.00	1.00	1.00	3.80
旱地	强影响区	5	0.00	0.30	0.80	0.30	0.47	0.40	0.87	0.50	0.50	0.80	0.50	2.30
	弱影响区	6	0.70	0.50	0.80	0.80	0.70	0.70	2.10	0.50	0.80	0.50	0.50	2.30
	无影响区	7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00

2.4 不同影响区农田化学肥力性质等级和农田质量等级系数评价

由表 7 可知,各指标分肥力系数 P_i 与其含量值的变化趋势一致,总体来看,水田的化学肥力性质等级系数 P 表现为无影响区 > 弱影响区 > 强影响区,但旱地的化学肥力性质等

级系数 P 则表现为无影响区 > 强影响区 > 弱影响区。水田和旱地的质量等级系数 A 均表现为无影响区 > 弱影响区 > 强影响区。结合实际的调查情况来看,农田质量等级系数能够反映农田受崩岗侵蚀的影响程度,与实际状况基本吻合。

表 7 不同影响区农田化学肥力性质等级系数 P 、质量等级系数 A

农田类型	影响区类型	编号	P_i						P	A
			有机质含量	碱解氮含量	有效磷含量	速效钾含量	阳离子交换量	pH 值		
水田	强影响区	1	1.59	1.42	0.96	1.28	2.50	1.47	1.07	1.54
		2	2.36	1.51	2.00	1.79	0.97	1.42	1.14	2.00
	弱影响区	3	2.71	1.66	1.72	1.98	1.53	1.19	1.27	2.51
	无影响区	4	2.91	2.57	2.78	2.08	2.39	1.08	1.50	2.72
旱地	强影响区	5	0.32	0.25	0.53	1.10	1.33	1.56	0.52	1.30
	弱影响区	6	0.10	0.08	0.37	0.27	0.48	1.26	0.26	1.44
	无影响区	7	1.75	1.64	3.00	2.66	1.51	2.40	1.55	2.82

3 讨论

3.1 不同影响区农田土壤物理性质分析

在水田和旱地 2 种土地利用方式下,随着崩岗侵蚀影响程度增大,砾石含量、沙粒含量增加,而粉粒含量、黏粒含量下降。这是由于崩岗发生侵蚀后,从沟道内带走大量的泥沙至下游的农田。崩岗分布较多的区域农田受泥沙掩埋的面积越多,同时花岗岩风化壳土层中含大量的难以风化的石英颗粒,容易造成土壤呈现粗化的趋势。不同的崩岗侵蚀影响程度下,土壤的容重呈现不规律的变化,水田利用方式下强影响区的 1、2 号农田的容重分别为最大值、最小值,但旱地的最大值出现在弱影响区的 6 号农田。崩岗侵蚀形成的洪积扇区土壤颗粒组成以石英砂为主^[26],由细砾、粗砂和粉砂组成明显韵律层^[27],而土体结构状况主要取决于粗细颗粒之间重排填充作用^[28],土体颗粒间排列最紧密时,容重最大,因此不同影响区农田土壤的容重呈现不同的变化。此外,耕作措施以及耕作时间的长短对土壤容重也有影响^[29]。土壤中的大孔隙对土壤水运动影响极大,旱地的饱和导水率相对高于水田,与该影响区域的土壤质地较粗有关^[29],可以看出旱地的沙粒含量较水田的高。

3.2 不同影响区农田土壤化学性质分析

研究区域土壤主要为花岗岩风化的红壤,土体呈酸性,而从崩岗口流出的浑水不仅含大量固体颗粒,而且酸性很大,影

响耕种能力^[30]。水田和旱地的土壤均呈不同程度的酸性。水田利用方式下,随着崩岗侵蚀影响程度增大,有机质含量、碱解氮含量、有效磷含量、速效钾含量以及阳离子交换量均下降,特别是有效磷含量极低。由崩岗侵蚀冲刷下来的泥沙碱解氮含量、速效磷含量较低,属于肥力较低的土壤^[19]。崩岗发育过程中,表层土壤被侵蚀,红土层出露以后,土壤中养分不能再进行积累,有机质含量极低^[15,31],有效养分含量迅速降低(除钾含量较高),而 pH 值又较低,磷在酸性环境中有效性就更低^[31],因此冲刷至农田的泥沙中养分含量极低。1 号农田由于崩岗洪积物冲毁排水设施形成冷浸田,长期浸水,故其阳离子交换量较高。旱地利用方式下,由于 6 号农田耕作年限短,土壤熟化度低,同时在采样时 6 号农田种植的是大豆和花生,而 5 号农田种植的是棉花和少量的大豆,豆科植物的固氮作用对肥力提高也有一定的促进作用,因此弱影响区 6 号农田各指标含量均低于强影响区 5 号农田,耕作措施在提高农田肥力过程中的作用不可忽视。

3.3 不同影响区农田质量等级评价

水田利用方式下弱影响区 3 号农田与无影响区 4 号农田的 F 值相同,旱地利用方式下强影响区 5 号农田与弱影响区 6 号农田的 F 值也相同,且弱影响区 6 号农田的 P 值反而高于强影响区 5 号农田,表明各分等级系数在一定程度上能够反映出农田受崩岗侵蚀的影响程度,但不全面。结合 3 个分等级系数得出的农田质量等级系数 A 则在总体上反映出农田

受崩岗侵蚀的影响程度,且与实际的作物生长状况调查结果以及产量水平相一致,表明本研究提出的等级评价方法适用于崩岗侵蚀影响下的农田质量评价。土壤质量的综合评价是土壤的物理性质、化学指标、土壤生物活性特征等因素的综合体现^[32-33],因此评价崩岗侵蚀影响下农田的质量要全面选择土壤质量的指标,建立其评价标准。本研究仅采用农田与崩岗距离、治理情况、土壤的物理性质以及化学性质作为评价的指标,下一步的研究工作将深入探讨土壤评价指标的选择,优化评价方法,以全面评价崩岗侵蚀影响下的农田质量。

4 结论

随着崩岗侵蚀影响程度增大,水田和旱地的砾石含量、沙粒含量增加,而粉粒含量、黏粒含量下降,而土壤的容重呈现不规则的变化,水田有机质含量、碱解氮含量、有效磷含量、速效钾含量以及阳离子交换量均下降,特别是有效磷含量,但受耕作年限以及作物类型的影响,旱地的弱影响区各化学指标含量均低于强影响区。旱地的饱和导水率相对高于水田的饱和导水率,且 2 种利用方式下的土壤均呈不同程度的酸性。

不同影响区农田受崩岗侵蚀影响等级系数 H 、物理性质等级系数 F 以及化学肥力性质等级系数 P 的影响,总体上基本表现为无影响区 > 弱影响区 > 强影响区,在一定程度上能够反映出农田受崩岗侵蚀的影响程度,但不全面,而综合分析得出的农田质量等级系数 A 则在总体上反映出农田受崩岗侵蚀的影响效应,且与实际的作物生长状况调查结果以及产量水平相一致,表明本研究提出的等级评价方法适用于崩岗侵蚀影响下的农田质量评价。

参考文献:

- [1] 任兵芳,丁树文,吴大国,等. 鄂东南崩岗土体特性分析[J]. 人民长江,2013,44(3):93-96.
- [2] 刘瑞华. 华南地区崩岗侵蚀灾害及其防治[J]. 水文地质工程地质,2004,31(4):54-57.
- [3] 阮伏水. 福建崩岗沟蚀机理探讨[J]. 福建师范大学学报(自然科学版),1996,12(增刊1):24-31.
- [4] 吴志峰,邓南荣,王继增. 崩岗侵蚀地貌与侵蚀过程[J]. 中国水土保持,1999(4):10-12.
- [5] 梁音,杨轩,潘贤章,等. 南方红壤丘陵区水土流失特点及防治对策[J]. 中国水土保持,2008(12):50-53.
- [6] 冯明汉,廖纯艳,李双喜,等. 我国南方崩岗侵蚀现状调查[J]. 人民长江,2009,40(8):66-68.
- [7] Xu J X. Benggang erosion; the influencing factors[J]. Catena,1996,27(3/4):249-263.
- [8] Luk S H, Yao Q Y, Gao J Q, et al. Environmental analysis of soil erosion in Guangdong Province: a Deqing case study[J]. Catena,1997,29(2):97-113.
- [9] Wang K, Shi X Z, Yu D S, et al. Environmental factors affecting temporal and spatial dynamics of soil erosion in Xingguo County, South China[J]. Pedosphere,2005,15(5):620-627.
- [10] 张信宝. 崩岗边坡失稳的岩石风化膨胀机理探讨[J]. 中国水土保持,2005(7):10-11.
- [11] Xia D, Deng Y S, Wang S L, et al. Fractal features of soil particle - size distribution of different weathering profiles of the collapsing gullies in the hilly granitic region, South China[J]. Natural Hazards,2015,79(1):455-478.
- [12] 张晓明,丁树文,蔡崇法. 干湿效应下崩岗区岩土抗剪强度衰减非线性分析[J]. 农业工程学报,2012,28(5):241-245.
- [13] 王学强,蔡强国. 崩岗及其治理措施的系统分析[J]. 中国水土保持,2007(7):29-31.
- [14] 阮伏水. 福建省崩岗侵蚀与治理模式探讨[J]. 山地学报,2003,21(6):675-680.
- [15] Diczienzo P D, Luk S H. Gully erosion and sediment transport in a small subtropical catchment, South China[J]. Catena,1997,29(2):161-176.
- [16] Shen J A, Liao A Z. Erosion control in South China[J]. Catena,1997,29(2):211-221.
- [17] Luk S H, Diczienzo P D, Liu X Z. Water and sediment yield from a small catchment in the hilly granitic region, South China[J]. Catena,1997,29(2):177-189.
- [18] 邓羽松,丁树文,邱欣珍,等. 赣县崩岗洪积扇土壤肥力的空间分异规律[J]. 中国水土保持科学,2015,13(1):47-53.
- [19] Sioh M, Woo M K, Lain K C. Soil nutrients in eroded granitic areas of South China[J]. Physical Geography,1990,11(3):260-276.
- [20] 丁树文,蔡崇法,张光远. 鄂东南花岗岩地区重力侵蚀及崩岗形成规律的研究[J]. 南昌水专学报,1995(增刊1):50-54.
- [21] 龙莉. 通城县花岗岩崩岗洪积扇区农田退化及质量评价[D]. 武汉:华中农业大学,2013.
- [22] 龙莉,丁树文,蔡崇法,等. 花岗岩红壤丘陵区崩岗侵蚀对农田的危害及治理[J]. 中国水土保持,2013(12):24-26.
- [23] 章家恩. 生态学常用实验研究方法与技术[M]. 北京:化学工业出版社,2007:218-232.
- [24] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2000:25-114.
- [25] 阚文杰,吴启堂. 一个定量综合评价土壤肥力的方法初探[J]. 土壤通报,1994,25(6):245-247.
- [26] 丁光敏. 福建省崩岗侵蚀成因及治理模式研究[J]. 水土保持通报,2001,21(5):10-15.
- [27] 吴克刚,Clarke D, Diczienzo P. 华南花岗岩风化壳的崩岗地形与土壤侵蚀[J]. 中国水土保持,1989(2):4-8.
- [28] 夏江宝,顾祝军,周峰,等. 红壤丘陵区不同植被类型土壤颗粒分形与水分物理特征[J]. 中国水土保持科学,2012,10(5):9-15.
- [29] 郑纪勇,邵明安,张兴昌. 黄土区坡面表层土壤容重和饱和导水率空间变异特征[J]. 水土保持学报,2004,18(3):53-56.
- [30] 巫南祥. 梅县崩岗治理实践[J]. 中国水土保持,2011(1):24-26.
- [31] 万勇善,史德明,席承藩. 南方花岗岩侵蚀区土壤退化的研究[J]. 水土保持学报,1991,5(3):80-87.
- [32] 郑昭佩,刘作新. 土壤质量及其评价[J]. 应用生态学报,2003,14(1):131-134.
- [33] 孙波,赵其国. 红壤退化中的土壤质量评价指标及评价方法[J]. 地理科学进展,1999,18(2):118-128.