

应用 Le Bissonnais 法研究三峡库区消落带土壤水 稳性团聚体稳定性

陆铸畴¹, 包忻怡¹, LIU Xiao², 张海玲¹, 向瀚宇¹, 贾国梅^{1,3*}

(1.三峡大学 生物与制药学院, 湖北 宜昌 443002; 2.Pall Corporation, 25 Harbor Dr, Port Washington, NY, U.S.A, 11050; 3.湖北三峡地区生态保护与治理国际联合研究中心, 湖北 宜昌 443002)

摘要:土壤团聚体的稳定性常被作为土壤侵蚀的敏感指标。【目的】揭示三峡库区消落带土壤团聚体受破坏的主要机制,为提高土壤抗侵蚀能力、改善三峡库区消落带的生态环境提供理论依据。【方法】选取三峡库区童庄河消落带不同海拔梯度的土壤,以从未淹没的样地作为对照,采用 Le Bissonnais 的快速湿润法(fast wetting, FW)和慢速湿润法(slow wetting, SW)模拟研究了消落带水位消涨对土壤团聚体稳定性和土壤抗侵蚀能力的影响。【结果】2种处理下的土壤水稳性团聚体平均质量直径(*MWD*)均是中等淹没区域(155~165 m)最大,淹没持续时间较长区域(145~155 m)最小,从未淹没的对照样地(175 m 以上)和淹没时间较短区域(165~175 m)之间处于中间状态,而 *K* 值却是淹没持续时间较长区域(145~155 m)最大,中等淹没区域(155~165 m)最小。FW 处理后,不同颗粒级的团聚体较为分散,处理后土壤水稳性团聚体粒径以 <1 mm 为主;SW 处理后土壤水稳性团聚体粒径主要以 >2 mm 为主。【结论】综上所述,消落带淹没持续时间较长区域受淹水扰动相对最强烈,土壤水稳性结构最差,土壤可蚀性最强。三峡库区消落带水位快速升降可能对土壤团聚体的结构破坏较大,其破坏的主要机制是土壤孔隙中的气泡爆破产生的消散作用。

关键词:土壤团聚体; Le Bissonnais 法; 三峡库区消落带; 水稳性

中图分类号:S157

文献标志码:A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.2017.0326

陆铸畴,包忻怡,LIU Xiao,等.应用 Le Bissonnais 法研究三峡库区消落带土壤水稳性团聚体稳定性[J].灌溉排水学报,2018,37(5):115-120.

0 引言

三峡库区消落带由于三峡大坝每年定期的拦蓄和泄洪或季节性水位消涨可能导致消落带不同海拔梯度土壤团聚体水稳性发生显著变化,进而影响土壤的抗侵蚀能力^[1]。土壤团聚体是一个关键的土壤结构单元,其颗粒的大小不同显著影响土壤水的入渗、径流和侵蚀等特性,因而土壤团聚体的稳定性是维持土壤结构稳定性的关键要素^[2],是调控土壤侵蚀度的重要土壤特性之一^[3],可作为指示土壤侵蚀的敏感指标^[4]。土壤团聚体水稳性高说明土壤可蚀性低^[5]。三峡库区消落带不同海拔梯度的区域坡度不同,受水位消涨或降雨的影响不同,可能导致不同海拔梯度土壤团聚体稳定性发生变化,结果导致土壤抗侵蚀的能力发生改变。然而,目前关于消落带不同海拔梯度土壤理化特性^[6-8]、微生物量^[9]和酶活性^[10]的报道较多,也有关于消落带土壤侵蚀问题探讨和大坝蓄水前土壤抗侵蚀的研究报道^[1,11],然而很少有研究报道三峡库区蓄水后,随着水位的消涨,消落带不同海拔梯度土壤团聚体稳定性受不同水力破坏强度的影响。

三峡库区消落带土壤团聚体稳定性受水位消涨速率和降雨量的影响,传统的湿筛法通常是通过单一的水力作用来评价土壤团聚体的水稳性^[12],没有考虑不同水力的作用对土壤团聚体的影响。而 Le^[4]综合考虑

收稿日期:2017-06-04

基金项目:国家自然科学基金项目(51541903)

作者简介:陆铸畴(1995-),男。学士,生物科学专业。E-mail: 519537487@qq.com

通信作者:贾国梅(1965-),女。教授,博士,研究方向为土壤微生物生态学。E-mail: jjjgm@126.com

了不同水力条件对团聚体的破坏机制,建立了不同水力破坏强度的土壤团聚体测定方法,已被广泛应用于评价土壤团聚体水稳性及其土壤抗侵蚀能力^[13]。因此采用 Le Bissonnais 的快速湿润法(FW)和慢速湿润法(SW)模拟研究水位消涨和淹没持续时间对三峡库区消落带不同海拔梯度土壤水稳性团聚体影响,探讨不同淹没持续时间的扰动对土壤团聚体大小和土壤可蚀性强弱的影响,揭示三峡库区消落带土壤团聚体破坏的主要机制,为提高土壤抗侵蚀能力、改善三峡库区消落带的生态环境提供一定理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区选择紧邻三峡大坝的童庄河消落带(110°44'E, 30°57'N)。童庄河为长江一级支流,位于长江三峡河段的西陵峡南侧,行政区域位于湖北省西部的秭归县南部。该地区气候属于亚热带大陆性季风气候,温暖湿润,四季分明,雨热同期,热量充沛。年日照时间为1 631.5 h,平均气温 19.9℃,年平均降水量 1 006.8 mm。无霜期年平均约为 260 d,土壤类型为紫色土,其土壤颗粒主要以粉粒为主,土壤质地都为粉砂质壤土类^[8]。

1.2 样品采集及测定

于 2016 年 7 月份取样,此时水位已经下降到 145 m 左右。三峡库区水位理论调度规律为每年的水位从 145 m 在 9 月底升高到 175 m,然后水位保持 2 个月左右不变后,在 12 月又逐渐下降到 160 m,在 4 月初—5 月初逐渐下降到 145m,一直到 9 月底水位再次循环升高^[14]。通过 GPS 定位,首先沿海拔梯度随机设置坡向和土壤质地相同的 3 个 10 m 宽的样带,样带之间间隔 1 km 左右,目的是为了减少空间的变异性和提升样品的代表性。在每个样带内沿海拔梯度依次划分:从未淹没区(175~185 m, NI)、淹没持续时间较短区(165~175 m, SI)、淹没持续时间中等区(155~165 m, MI)、淹没持续时间较长区(145~155 m, LI)4 个梯度,以从未淹没区作为对照(CK)。每个海拔梯度地上植被状况如表 1 所示。在每个梯度内沿海拔梯度随机设 10 m×1 m 的样方 3 个,在每个样方内,分别按照“S”形取样法随机采集 0~20 cm 的土样 5~15 个,拣去枯枝落叶和石砾,混合、密封于塑料袋,带回实验室,将土样平铺在报纸上,自然风干。同时用铝盒和环刀采集 0~20 cm 土层之间的土壤测定土壤含水率和体积质量(表 1)。

表 1 不同高程段样地特征

海拔 梯度	土壤含 水率/%	体积质量/ (g·cm ³)	植物物种种类
LI	15.03	1.22	狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.)、香附子(<i>Cyperus rotundus</i> L.)、筒麻(<i>Abutilon theophrasti</i> Medic)、稗(<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.)、苍耳(<i>Xanthium sibiricum</i> Patrin ex Widder)、马齿苋(<i>Portulaca oleracea</i> L.)
MI	18.50	1.38	狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.)、香附子(<i>Cyperus rotundus</i> L.)、筒麻(<i>Abutilon theophrasti</i> Medic)、苍耳(<i>Xanthium sibiricum</i> Patrin ex Widder)
SI	16.64	1.61	狗牙根(<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.)、香附子(<i>Cyperus rotundus</i> L.)、筒麻(<i>Abutilon theophrasti</i> Medic)、鬼针草(<i>Bidens pilosa</i> L.)、苍耳(<i>Xanthium sibiricum</i> Patrin ex Widder)、水蓼(<i>Polygonum hydropiper</i>)、玉米(<i>Zea mays</i> L.)
NI	16.77	1.35	棒头菜(<i>Polypogon fugax</i> Nees ex Steud.)、苋菜(<i>Amaranthus tricolor</i> L.)、柑橘(<i>Citrus reticulata</i> Blanco.)

待土样风干后,用干筛法得到不同粒级的机械团聚体,按照一定比例分别称取粒级为 2~5、5~10 mm 的机械团聚体后,混合为一个机械团聚体土样,采用 Le Bissonnais 的快速湿润法(FW)和慢速湿润法(SW)模拟测定消落带土壤受水位消涨和降雨影响后其水稳性团聚体的质量百分数,其中用 20%~30%的乙醇溶液代替传统水筛法,是为了排除了湿润条件下的机械崩解作用^[15],减少在水筛过程中由于大团聚体分散太多造成的试验误差^[15-16]。具体方法如下:

快速湿润法(FW):在盛有 50 mL 蒸馏水的烧杯中加入 5 g 机械团聚体的混合土样,淹没静止 10 min,然后倒掉多余的蒸馏水,再用 27%的乙醇把烧杯中的团聚体洗入到预先浸在 27%乙醇的 0.05 mm 的铜筛中。用力均匀地让筛子在 27%的乙醇中螺旋振荡 5 次。再把筛子上的团聚体用乙醇洗进垫有滤纸的布氏漏斗中,待酒精抽滤干后,将带有处理后团聚体的滤纸放在蒸发皿中。使用烘箱 40℃烘干 48 h 后,依次通过套筛 2、1、0.5、0.1、0.05 mm 后分别称质量^[17],进而计算团聚体的平均质量直径和可蚀性因子 *K*。

慢速湿润法(SW):将 5 g 机械团聚体的混合土样放在垫有 3 cm 厚的海绵的培养皿中,加入 27%的乙醇溶液浸润团聚体 1 h 后,倒入预先浸在 27%乙醇的 0.05 mm 的铜筛中。用力均匀地让筛子在 27%的乙醇中螺

旋振荡5次。再把筛子上的团聚体用乙醇洗进垫有滤纸的布氏漏斗中,待酒精抽滤干后,将带有处理后团聚体的滤纸放在蒸发皿中,使用烘箱40℃烘干48h后,依次通过套筛2、1、0.5、0.2、0.05 mm称质量^[17],进而计算团聚体的平均质量直径和可蚀性因子 K 。

1.3 数据处理

水稳性团聚体的平均质量直径(mean mass diameter, MWD)计算式为:

$$MWD = \sum W_i X_i \quad (1)$$

几何平均直径(geometric mean diameter, GMD)计算式为:

$$GMD = e^{\left[\frac{\sum W_i \ln X_i}{\sum W_i} \right]} \quad (2)$$

式中: X_i 为每个粒级的算术平均直径(mm); W_i 为第 i 粒级的团聚体质量所表示的比例^[17]。

可抗侵蚀因子用 K 表示,其计算公式如下:

$$K = 7.954 \times \left\{ 0.0017 + 0.0494 \times e^{\left[-0.5 \times \left(\frac{\log GMD + 1.675}{0.6986} \right)^2 \right]} \right\} \quad (3)$$

每个海拔梯度的土壤样地9个重复,室内处理每个样品2个重复。每个海拔梯度的试验结果为11个重复的平均值。采用Duncan(D)的单因素方差分析对不同海拔梯度的土壤水稳性团聚体 MWD 和 K 进行统计分析,采用 T 检验对同一海拔梯度在同一团聚体粒级状态下2种湿润处理方法的比较,使用SPSS17.0进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 不同海拔梯度的土壤水稳性团聚体的粒径分布特征

由表2可知,SW法下,各海拔梯度土壤以 >2 mm的水稳性团聚体为主,其变化范围在61.28%~75.51%之间,1~2 mm和0.5~1 mm的团聚体占比分别为12.80%~17.89%、4.30%~9.79%,其他粒级均在5.33%以下;对于FW法,不同颗粒级的团聚体较为分散, >2 mm、1~2、0.5~1、0.1~0.5、0.05~0.1 mm、 <0.05 mm团聚体变化范围分别为31.60%~45.24%、10.93%~12.84%、9.07%~12.22%、17.66%~24.24%、2.91%~4.47%、11.22%~14.97%。

T 检验发现,粒径 >2 mm以上的水稳性团聚体是SW法显著大于FW法($p < 0.05$),粒径1~2 mm的水稳性团聚体除了MI外,其他样地都是SW法显著大于FW法($p < 0.05$)。而0.5~1 mm的水稳性团聚体除了NI处理外,其他样地都是FW法显著大于SW法($p < 0.05$); <0.05 mm以下的水稳性团聚体则是FW法显著大于SW法($p < 0.05$),这说明FW法对土壤团聚体的破坏力大于SW法,导致土壤颗粒较为分散。

表2 不同海拔梯度土壤水稳性团聚体粒级分布及其百分比

处理方法		>2 mm	1~2 mm	0.5~1 mm	0.1~0.5 mm	0.05~0.1 mm	<0.05 mm
LI	FW	31.60%±0.15b	12.36%±0.03b	12.22%±0.05a	24.24%±0.08a	4.47%±0.02a	14.18%±0.04a
	SW	61.28%±0.25a	17.89%±0.08a	8.11%±0.09b	5.33%±0.07b	2.34%±0.03a	3.64%±0.02b
MI	FW	45.24%±0.14b	12.44%±0.03a	9.07%±0.03a	17.66%±0.08a	3.58%±0.01a	11.22%±0.05a
	SW	75.51%±0.08a	12.80%±0.04a	4.30%±0.03b	2.53%±0.02b	1.01%±0.01a	3.54%±0.01b
SI	FW	35.57%±0.11b	12.84%±0.04b	12.13%±0.03a	22.99%±0.09a	2.91%±0.02a	12.56%±0.04a
	SW	69.63%±0.09a	16.49%±0.06a	4.84%±0.03b	2.81%±0.02b	0.93%±0.00b	5.07%±0.03b
NI	FW	38.76%±0.10b	10.93%±0.03b	10.84%±0.03a	20.23%±0.11a	3.19%±0.01a	14.97%±0.05a
	SW	62.86%±0.15a	15.48%±0.05a	9.79%±0.07a	5.32%±0.04b	1.68%±0.01b	4.45%±0.05b

注 同一海拔梯度同一粒级不同字母表示2种湿润处理方法 T 检验的差异显著($p < 0.05$)。

2.2 不同海拔梯度土壤水稳性团聚体平均质量直径

在FW法和SW法处理下,土壤水稳性团聚体平均质量直径 MWD 的变化范围分别为0.992~1.221 mm和1.574~1.744 mm,都是MI最大,LI最小,但只有MI与LI之间具有显著差异性(表3),LI、SI和NI海拔梯度之间无显著性差异,而MI、SI和NI海拔梯度之间也无显著性差异。这表明淹没持续时间较长的区域土壤水稳性团聚体结构较差,而淹没持续时间中等区域的土壤水稳性团聚体结构相对较为稳定。

表3 不同海拔梯度土壤水稳性团聚体平均质量直径和土壤可蚀性因子 K

海拔梯度	MWD/mm		K	
	FW 法	SW 法	FW 法	SW 法
LI	0.99(0.19)b	1.58(0.34)b	0.066(0.02)	0.032(0.01)
MI	1.22(0.23)a	1.74(0.09)a	0.050(0.02)	0.025(0.002)
SI	1.07(0.15)ab	1.69(0.10)ab	0.057(0.01)	0.027(0.003)
NI	1.09(0.10)ab	1.62(0.17)ab	0.058(0.01)	0.028(0.01)

注 同列不同字母表示差异显著 ($P<0.05$), 括号中数值为标准差。

2.3 不同海拔梯度土壤可蚀性因子 K

土壤可蚀性是评价土壤对侵蚀敏感程度的重要指标。在FW处理下的土壤可蚀性因子 K 变化范围为0.050~0.066, 大小顺序为LI>NI>SI>MI(表3)。SW处理下的土壤可蚀性 K 值变化范围为0.025~0.032, 大小顺序也为LI>NI>SI>MI。但是2种方法中只有MI与LI之间具有显著差异, 这说明消落带淹没持续时间中等的区域土壤抗侵蚀和抗冲刷能力较强, 而淹没持续时间较长的区域抗侵蚀能力最弱。

3 讨论

3.1 不同海拔梯度土壤水稳性团聚体大小差异

SW法将土壤团聚体在水中浸泡, 逐渐达到充分饱和, 消除团聚体内压缩空气的压力而使黏粒的膨胀达到最大; 而FW法将团聚体快速浸入水中, 使团聚体内压缩空气的压力成为团聚体崩解的主要机制^[15]。在本研究中, 2种处理方法都是以粒径>2 mm的团聚体为主, 这与刘雷等^[17]研究结果相似。但本研究中, SW处理>2 mm的团聚体比FW处理高39.6%~48.43%, 这表示FW处理比SW处理对土壤团聚体的结构破坏力较大, 说明三峡库区消落带水位快速上升和下降可能是土壤团聚体被破坏的主要影响因素, 土壤团聚体破坏的主要机制仍然是土壤孔隙中的气泡爆破产生的消散作用^[18]。

3.2 不同海拔梯度土壤水稳性团聚体平均质量直径(MWD)

土壤团聚体平均质量直径(MWD)是评价土壤结构和水稳性的重要指标之一, MWD 值越大表示团聚体的团聚程度越高, 稳定性就越好^[19]。研究发现在2种方法处理下, 土壤的 MWD 均表现出中等淹没持续时间区域(155~165 m)的最大, 淹没持续时间较长区域(145~155 m)最小, 淹没持续时间较短区域(165~175 m)、从未淹没的对照样地(175 m以上)处于中间状态。说明中等淹没持续时间的区域土壤水稳性团聚体结构相对最稳定, 而淹没持续时间较长的区域土壤水稳性团聚体结构最不稳定, 最容易引起水流失。这可能是由于团聚体的形成和稳定性与土壤有机质量之间关系密切^[20-21]。王娅傲等^[21]研究发现, 在三峡库区消落带, 海拔梯度不同土壤养分呈现了特有的空间分布格局, 其中有机质、全氮、全钾量均以消落带中部土壤中最高。消落带下部区域露出水面时间在夏季, 地面裸露, 植被覆盖度较低, 在较高的温度及合适的土壤湿度下, 由于微生物的活性较强, 有机质分解又较快, 结果导致土壤养分的严重流失^[21]。另外, 消落带下部露出水面的时间较短, 且受到夏季雨水的影响, 涌浪的不断冲刷, 坡度较陡, 植被稀疏, 归还土壤的有机质量较少, 导致土壤团聚体结构不稳。而消落带中部(155~165 m)坡度较为平缓, 使得各种养分在此沉积的程度较高, 土壤养分相对较高^[9, 21]。土壤微生物碳量也较高^[9], 土壤团聚体水稳性较高。因而, 土壤团聚体的稳定性在某种程度上反映了土壤的营养状况, 而有机质的分布反过来也影响了土壤的结构^[8]。

3.3 不同海拔梯度土壤可蚀性因子 K 的差异

比较不同海拔土壤可蚀性因子 K 的差异发现, MI的 K 最小, 而SI最大, LI、NI处于中间状态。即中等淹没持续时间的区域土壤抗侵蚀能力最强, 而淹没持续时间较长区域抗侵蚀能力最差, 这说明消落带淹没时间较长区域受淹水扰动相对最强烈, 土壤水土流失最严重。虽然淹没持续时间较长的区域植物种类较多, 但是植被稀疏, 且由于该区域出露时间最短, 植物大多为一年生的草本植物, 植物生长时间较短, 植物较小, 根系细弱, 固土能力较弱, 另外土壤体积质量较小(表1), 土壤相对疏松, 受浪涌和水位消涨的影响更大; 而淹没持续时间中等的区域虽然植物种类相对较少, 但是由于狗牙根是主要的群落, 生长繁茂, 根系发达且多(表1), 根劈作用较强, 导致了土粒不断破碎, 黏粒量增加, 土壤结构的稳定性较高^[8, 22]。植被对土壤结构的影响主要通过根系固土以及枯落物对土壤改良来实现^[23-24]。另外, 淹没持续时间较长的区域土壤体积质量最低(表1), 土壤相对最疏松, 且受涌浪影响的时间最长, 对其土壤结构的破坏程度最大。当然, 影响土壤稳定

性的因素有很多,除了以上提到的土壤有机质量、土壤微生物、植被覆盖情况之外,还有土地利用方式、管理措施、气候条件等^[25]。

4 结 论

1)快速湿筛法(FW)对土壤团聚体结构的破坏程度较大,处理后土壤水稳性团聚体以 $<1\text{ mm}$ 为主;慢速湿润处理(SW)对团聚体的破坏程度小,处理后土壤水稳性团聚体粒径主要以 $>2\text{ mm}$ 团聚体为主。说明三峡库区消落带水位快速上升和下降对土壤团聚体破坏程度较大,其主要机制是土壤孔隙中的气泡爆破产生的消散作用。

2)土壤水稳性团聚体 MWD 均是 MI 最大, LI 最小; K 值是 MI 最小, LI 最大。说明中等淹没持续时间的区域土壤结构最稳定,抗侵蚀能力最强,而淹没持续时间较长的区域土壤结构最不稳定,抗侵蚀能力最差,有可能加速水土流失。

参考文献:

- [1] 鲍玉海, 贺秀斌. 三峡水库消落带土壤侵蚀问题初步探讨[J]. 水土保持研究, 2011, 18(6):190-195.
- [2] LEGUEDOIS S, LE B Y. Fractions resulting from an aggregate stability test, interrill detachment and transport[J]. Earth Surface Process Landforms, 2004, 29:1 117-1 129.
- [3] CERDA A. Soil aggregate stability under different Mediterranean vegetation types[J]. Catena, 1998, 32: 73-86.
- [4] LE B Y. Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility I: theory and methodology[J]. European Journal Soil Science, 1996,47: 425-437.
- [5] YANG W, LI Z X, CAI C F, et al. Mechanical properties and soil stability affected by fertilizer treatments for an Ultisol in subtropical China[J]. Plant Soil,2013, 363 (1/2):157-174.
- [6] 贾国梅, 牛俊涛, 席颖. 三峡库区消落带土壤有机碳及其组分特征[J]. 土壤, 2015, 47(5): 926-931.
- [7] 贾国梅, 何立, 刘满, 等. 三峡库区消落带土壤有机碳氧化稳定性特征[J]. 水土保持研究, 2016, 23(5):14-19.
- [8] 贾国梅, 杜祥运, 席颖, 等. 三峡库区消落带紫色土颗粒分形的空间分异特征[J]. 江苏农业科学,2016, 44(6):470-473.
- [9] JIA G M, LIU X. Soil microbial biomass and metabolic quotient across a gradient of the duration of annually cyclic drainage of hillslope riparian zone in the three gorges reservoir area[J]. Ecological Engineering, 2017, 99: 366-373.
- [10] 贾国梅, 席颖, 许文年, 等. 三峡库区消落带土壤酶活性特征[J]. 水土保持研究, 2015, 22(4): 24-28.
- [11] 徐泉斌, 傅瓦利, 孙璐, 等. 三峡库区消落带土壤抗蚀性研究[J]. 水土保持研究, 2009, 16(5): 13-18.
- [12] KEMPER W D, ROSENAU R C. Aggregate stability and size distribution. Methods of soil Analysis[J]. Agronomy Monographs,1986, 9:425-442.
- [13] 曾全超, 董扬红, 李鑫, 等. 基于 Le Bissonnais 法对黄土高原森林植被带土壤团聚体及土壤可蚀性特征研究[J]. 中国生态农业学报, 2014, 22(9): 1 093-1 101.
- [14] 樊大勇, 熊高明, 张爱英, 等. 三峡库区水位调度对消落带生态修复中物种筛选实践的影响[J]. 植物生态学报, 2015, 39(4): 416-432.
- [15] 卢升高, 竹蕾, 郑晓萍. 应用 Le Bissonnais 法测定富铁土中团聚体的稳定性及其意义[J]. 水土保持学报, 2004, 18(1):7-11.
- [16] 曲东, 尉庆丰, 张英利. 土壤水稳性团聚体测定方法改进[J]. 陕西农业科学,1994(1):7-9.
- [17] 刘雷, 安韶山, 黄华伟. 应用 Le Bissonnais 法研究黄土丘陵区植被类型对土壤团聚体稳定性的影响[J]. 生态学报, 2013, 33(20): 6 670-6 680.
- [18] 郑红. 东北温带土地利用变化对土壤团聚体稳定性及有机碳组分的影响[D]. 哈尔滨:东北林业大学, 2014.
- [19] 王清奎, 汪思龙. 土壤团聚体形成与稳定机制及影响因素[J]. 土壤通报, 2005, 36(3):415-421.
- [20] CHENU C Y, LE B, D A. Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability[J]. Soil Science, 2000, 64:1 479-1 486.
- [21] 王娅微, 陈芳清, 张淼, 等. 三峡库区水位消涨对杉木溪消落带土壤性质的影响[J]. 水生态学杂志, 2016, 37(3):56-61.
- [22] 湛芸, 祝亚军, 何丙辉. 三峡库区狗牙根根系固坡抗蚀效应研究[J]. 水土保持学报, 2010, 24(6):42-45.
- [23] 杨朝东, 张霞, 向家云, 等. 三峡库区消落带植物群落及分布特点的调查[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(31):13 795-13 796.
- [24] 郭天雷, 史东梅, 胡雪琴, 等. 三峡库区消落带不同高程桑树林地土壤抗蚀性及影响因素[J]. 中国生态农业学报, 2015, 23(2):191-198.
- [25] 谢均强. 紫色土坡地团聚体稳定性特征及对侵蚀过程的影响[D]. 重庆:西南大学,2009.

Stability of Soil Aggregates in Riparian Zone of the Three Gorges Reservoir Studied Using the Le Bissonnais Method

LU Zhuchou¹, BAO Xinyi¹, LIU Xiao², ZHANG Hailing¹, XIANG Hanyu¹, JIA Guomei^{1,3*}

(1.College of Biological and Pharmaceutical Sciences, Three Gorges University, Yichang 443002, China;

2. Pall Corporation, 25 Harbor Dr, Port Washington, NY, U.S.A, 11050; 3. Hubei International Scientific and

Technological Cooperation Center of Ecological Conservation and Management in

Three Gorges Area, China Three Gorges University, Yichang 443002, China)

Abstract: **【Objective】** The stability of soil aggregate is an important indicator of soil erosion. The objective of this paper is to understand the mechanisms underlying soil aggregate destruction in the riparian zone of the Three Gorges Reservoir due to water rising and falling, aimed to provide baselines to help improve soil stability and the ecosystem service of the region. **【Method】** We took soil samples from the riparian zone at Tongzhuang and measured the stability of their aggregates and soil erodibility using the fast wetting (FW) and the slow wetting (SW) in the Le Bissonnais method. The investigated locations included a site 145~155 m above sea level subjected to long water inundation, a site 155~165 m above sea level with moderate water inundation, and a site 165~175 m above sea level with least inundation. The control was samples taken from an adjacent site 175~185 m above sea level outside the riparian zone. **【Result】** The aggregates on the site 155~165 m above the sea level had biggest mean diameter, while the aggregates on the site 145~155 m above sea level had the smallest mean diameter, with those in the control and the site 165~175 m above sea level between. The value of the erodibility parameter was the highest on the latitude of 145~155 m and the lowest on the altitude 155~165 m. The aggregate diameter distribution depended on the measurement methods. Most aggregates measured using the FM method was less than 1 mm in diameter, while those measured using the SM method was less than 2 mm in diameter. **【Conclusion】** The results revealed that prolonged inundation by water reduced aggregate stability and increased soil erodibility, and short wetting-drying cycles due to rising and falling of the water level in the reservoir has a destructive impact on aggregate stability.

Key words: soil aggregates; Le Bissonnais method; Hydro-Fluctuating Belt of Three Gorges Reservoir; water stability

责任编辑:赵宇龙