

山丘区中小河流滩地土壤物理性质及空间分布特征

曹伟杰¹, 夏继红¹, 汪颖俊², 毕利东¹, 林立怀¹, 伊紫函¹, 余根听¹, 丁鸣鸣³

(1. 河海大学 水利水电学院, 南京 210098;

2. 龙游县水利局, 浙江 龙游 324400; 3. 南京市水务局, 南京 210098)

摘要:为探求山丘区中小河流滩地土壤物理性质及空间分布特征,以浙江省龙游县灵山港滩地为试验对象,通过野外取样与室内测定分析,分析研究了山丘区中小河流滩地表层土壤的密度、体积质量、孔隙度、饱和含水率、颗粒组成等滩地土壤物理性质变化与空间分布特征。结果表明,河道沿线滩地土壤物理性质空间差异性显著,主要表现为:①从上游至下游,滩地土壤密度沿程降低,中游区段土壤体积质量最小,总孔隙度以及饱和含水率最大。②土壤颗粒组成以粗颗粒(粗砂,细砂)为主,在河道纵向上,随着河道坡降变缓,水流能态减小,粗颗粒质量分数降低,细颗粒(粉粒,黏粒)质量分数及土壤粒径分维值(D)增加,滩地土壤颗粒沿程细化。③由于水流条件及植被类型的影响,在不同滩位上,高滩处林地土壤细颗粒组质量分数及土壤粒径分维值最高,分别为36.38%和2.66,土壤粒径分维值能够反映出不同沉积环境对土壤颗粒分布的影响。

关键词:中小河流;滩地;土壤物理性质;分形维数

中图分类号:TV82

文献标志码:A

doi:10.13522/j.cnki.ggps.2017.03.012

曹伟杰,夏继红,汪颖俊,等.山丘区中小河流滩地土壤物理性质及空间分布特征[J].灌溉排水学报,2017,36(3):69-74.

0 引言

作为山丘区河道生态系统的重要组成部分,河流滩地是指在河流的流水作用下发育形成的,位于天然河岸二侧或人工堤之间的湿地^[1]。滩地作为陆地生态系统和河道生态系统的纽带,不仅能够调节洪水,削减洪峰,存储泥沙,也具有为动植物提供栖息地、降解污染物、提高营养物质循环能力等重要的生态环境功能^[2]。滩地土壤的物理性质对滩地的稳定性以及河流污染物的过滤、吸收、滞留有重要影响^[3]。

由于滩地的位置特殊性和丰富的功能,有关滩地土壤物理性质及分布特征问题已经受到了很多学者的关注,并取得了很多研究成果。吕圣桥等^[4]运用土壤颗粒的分形特征研究了黄河三角洲滩地不同利用方式下土壤分形维数的差异。周学峰等^[5]研究了围垦后不同耕作年限及风蚀对长江口滩地表层土壤粒径分布差异的影响。Allen等^[6]以泥沙颗粒受力平衡为基础,分析了凸岸滩地泥沙粒径的横向分布规律。Alexander等^[7]研究了气候对河漫滩沉积物组成的影响,发现漫滩洪水携带大量砂粒覆盖滩地表层,在垂向上形成明显的泥沙交界面。这些研究大多关注了主要骨干河流滩地的土壤组成和分布,而对山丘区中小河道的滩地土壤物理性质空间分布及其影响因素的定量研究却相对匮乏。以浙江省龙游县灵山港滩地为研究对象,采用野外取样和室内化验分析相结合的方法,探讨灵山港滩地表层土壤的密度、体积质量、总孔隙度、饱和含水率、颗粒组成空间分布特征,进而为滩地生态修复提供一定的基础数据和理论依据。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

灵山港是浙江省衢州市龙游县的重要河流,位于28°47'10"N—29°03'15"N, 119°8'41"E—119°12'52"E,为钱塘江上游衢江右岸的一条重要支流,发源于遂昌县高坪乡和尚岭,主流自南向北流经沐尘至龙游县城

收稿日期:2016-08-16

基金项目:国家自然科学基金项目(41471069);浙江省水利科技项目(RC1527)

作者简介:曹伟杰(1991-),男,江苏南通人。硕士研究生,主要从事河道生态修复研究。E-mail: wicky@hhu.edu.cn

通信作者:夏继红(1970-),男,江苏如皋人。教授,博士生导师,主要从事河岸带生态机理研究。E-mail: syjhxia@hhu.edu.cn

汇入衢江。灵山港流域属亚热带季风气候区,雨量丰沛,年平均降水量为1 666.4 mm,年平均气温为17.3 ℃,年平均日照时间1 966 h,灵山港为典型的山丘区中小河流,沿线分布众多滩地,滩地土壤母质均以河流冲积物为主。研究区段为沐尘水库至入衢江口。该区段流域面积333.99 km²,主河道长55.95 km,平均比降2.45%,滩地总面积约2.5 km²,滩地土地类型分为林地、荒草地及滩涂裸地。

1.2 取样点布置及采样方法

在沿河道方向选择沐尘、溪口、江潭等10个典型滩地(图1)。典型滩地的基本特征(表1)。在每个典型滩地的滩头、滩中和滩尾各布置1个取样断面,在各取样断面的不同滩位分别布置3个取样点位,每个取样点位按照垂向分布特点,由表层向下分别选取0~20 cm和20~40 cm为垂向土壤剖面取样层。取样时,先铲除地表凋落物,再用体积100 cm³环刀取样,共取环刀样180个。同时应用GPS勘测记录取样点位置信息(包括经纬度、距河底高度、距水边距离)。分别于2015年4月、11月和2016年4月进行了取样。为研究滩地土壤物理性质在河道上总体分布特征,根据河道坡降以及平滩水深的高度,将整个河道分为上、中、下游3个区段,其中沐尘滩地、溪口滩地、江潭滩地为上游河段滩地;下徐滩地到周村滩地为中游河段滩地,姜席堰滩地、上扬村滩地、彩虹桥滩地为下游河段滩地(表1)。在数据处理时,首先将各滩地滩头、滩中、滩尾的数据进行平均看作该滩地的实际数据,再将各区段内的每个典型滩地数据进行平均,看作是该区段的实际值。

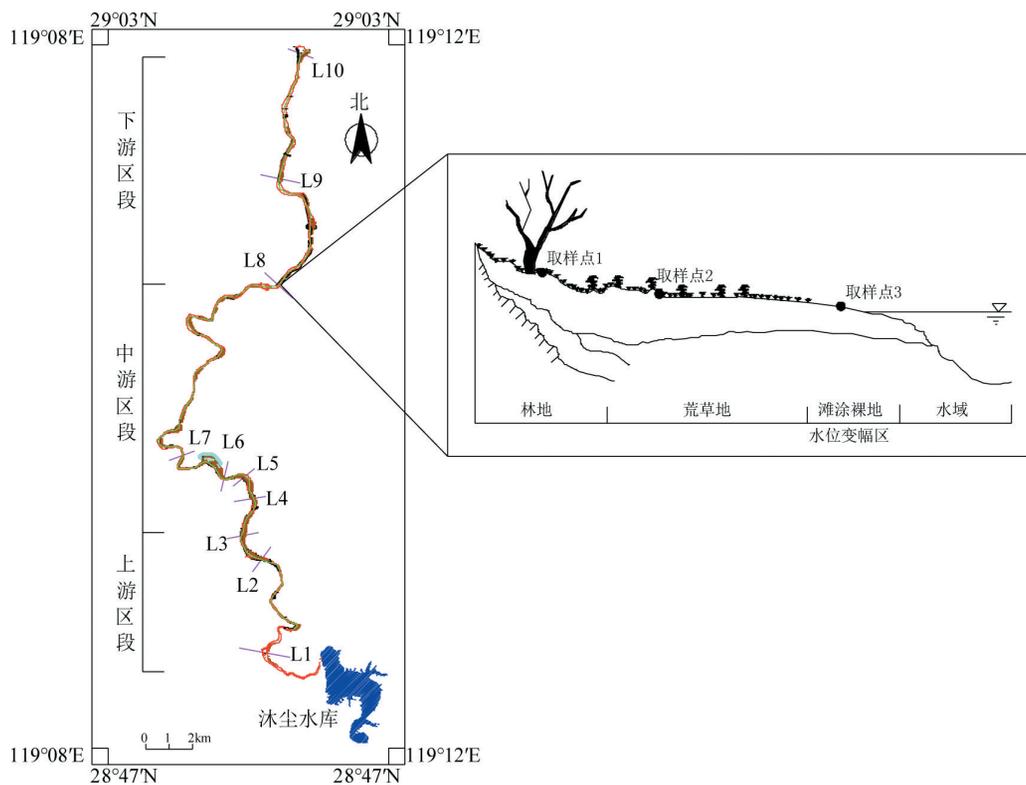


图1 研究区典型滩地及采样方式

表1 典型滩地基本特征

区段	典型滩地	河道特征	土地类型	主要植物种类
上游	沐尘(L1)	坡降:3.66%	林地(人工)	板栗林、竹林、狗牙根、 棒头草、小飞蓬
	溪口(L2)	平滩水深:1.56 m	荒草地	
	江潭(L3)	河道宽度:152.15 m	滩涂裸地	
中游	下徐(L4)	坡降:2.32%	林地(天然)	竹林、毛茛、棒头草、艾 草、沿阶草
	寺下(L5)	平滩水深:1.87 m	荒草地	
	梅村(L6)	河道宽度:181.25 m	滩涂裸地	
	周村(L7)			
下游	姜席堰(L8)	坡降:1.37%	林地(人工)	杨树林、竹林、棒头草、 看麦娘、野燕麦
	上扬村(L9)	平滩水深:3.03 m	荒草地	
	彩虹桥(L10)	河道宽度:258.17 m	滩涂裸地	

1.3 指标测定与数据处理

所有土壤样品剔除粗根和小石块,磨细过2 mm筛,并且使其混合均匀。土壤密度采用容量瓶法测定。土壤饱和含水率、总孔隙度、体积质量采用环刀法测定,土壤颗粒组成采用沉降法测定。具体测试及计算方法参见《土壤理化分析》^[8]。根据测定结果,按照国际制土壤质地分类标准,分别统计计算黏粒(<0.002 mm)、粉粒(0.02~0.002 mm)、细砂(0.02~0.2 mm)和粗砂(0.2~2 mm)的质量百分比。为详细分析土壤物理性质的空间变化,本研究采用杨培岭等^[9-10]提出的幂指数法质量分形维数公式计算各样品的土壤粒径分维值 D ,计算公式为:

$$\lg \left[\frac{M(r < \bar{R}_i)}{M_r} \right] = (3 - D) \lg \left(\frac{\bar{R}_i}{R_{\max}} \right), \quad (1)$$

式中: r 为土壤颗粒粒径(mm);土壤机械分析中位于两筛分粒级之间的颗粒用他们的算术平均值 \bar{R}_i 表示; $M(r < \bar{R}_i)$ 为粒径小于 \bar{R}_i 的颗粒累积质量; M_r 为土壤颗粒的总质量; R_{\max} 为最大粒径(mm); D 为土壤颗粒质量分形维数。数据分析采用Microsoft Excel 2010软件进行数据统计,并绘制相应表格。利用SPSS 19.0进行单因素方差分析,应用最小显著性差异(LSD)进行方差分析,显著性水平为 $p < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 滩地土壤水文物理性质

灵山港沿线滩地表层土壤水文物理特征指标见表2。由表2可知,研究区滩地土壤密度从上游到下游分别为2.67、2.63、2.60 g/cm³,沿程逐渐降低,总体趋势上符合河流冲积物的运移分布规律^[11]。对于普通矿质土壤,其密度变化幅度一般较小^[8],由于沉积环境以及水动力条件的差异,上游与下游土壤密度差异达到显著水平,各区段土壤密度在垂向0~20 cm与20~40 cm基本相同。

表2 土壤水文物理性质分布特征

土层深度	区段	土壤密度/(g·cm ⁻³)	土壤体积质量/(g·cm ⁻³)	总孔隙度/%	饱和含水率/%
0~20 cm	上游	2.67±0.07a	1.36±0.04a	48.48±1.51b	35.57±2.08b
	中游	2.63±0.09ab	1.14±0.12b	56.69±4.57a	50.22±9.47a
	下游	2.60±0.08b	1.24±0.08a	51.90±3.10b	43.66±5.04b
20~40 cm	上游	2.68±0.08a	1.34±0.02a	49.13±0.70b	36.45±1.03b
	中游	2.63±0.08ab	1.04±0.15b	60.83±5.70a	56.56±8.70a
	下游	2.61±0.07b	1.22±0.09a	51.70±6.20b	41.49±6.50b

注 表中同列相同字母表示差异不显著($p > 0.05$)。下同

土壤体积质量是土壤重要的物理性质之一,可以反映土壤孔隙的大小、土壤水肥气热变化^[12]。土壤体积质量的差异性主要与土壤的质地、结构状况及土壤的松紧度密切相关。由表2可知,上游、中游、下游0~20 cm表层滩地土壤体积质量分别为1.36、1.14、1.24 g/cm³,呈现中游<下游<上游的趋势。上游体积质量最大是由于坡降大及靠近水库的原因,水流挟沙能力强,滩地沉积物以粗颗粒的砂粒为主(见表3),透气性好,渗透性强,有机质及动植物残体分解流失快。中游土壤体积质量最小,与上游和下游土壤体积质量差异显著,可能是因为中游滩地离水面高度较低,大部分表层以下的滩地长时间处于淹水的还原状态^[13],土壤微生物活动微弱,动植物残体分解缓慢,增加了土壤的疏松性。下游滩地土壤体积质量相比于中游增大9%,原因主要是下游河道展宽,坡降变小,水流挟沙能力降低,滩地高程增加,平时时滩地表层土壤大部分都在水面以上,土壤中腐殖质的分解速度快于中游滩地,同时下游滩地的人类生产活动增加,滩地土壤的密实程度增大。在垂向上,土壤体积质量都呈下降趋势,中游滩地下层土壤体积质量下降最明显,可能是因为水位上涨后,泥沙淤积,将原先生长在滩地20~40 cm的土层的植被覆盖,形成一定程度的腐殖层,相比于0~20 cm的土壤,下层土壤的淹水程度更大,腐殖质的分解更加缓慢。相比于河岸带土壤^[3]在垂向上表层体积质量最小的情况,由于滩地下层土壤容易淹水,降低了腐殖质的分解速度,20~40 cm的下层土壤体积质量呈下降趋势。

总孔隙度与饱和含水率是反映土壤水分物理特性的基本指标,能较好的反映土壤的疏松性、结构性、持水性等方面^[14]。从水土保持的角度看,总孔隙度与饱和含水率反映了滩地土壤为洪水提供应急的水分贮存,削减洪水和涵养水源的能力^[15]。从表2可知,0~20 cm上、中、下游的土壤总孔隙度分别为48.48%、56.69%、51.90%,中游总孔隙度与上游和下游的差异显著,呈现中游>下游>上游的趋势。20~40 cm下层土壤总孔隙

度的大小比上层都有增加,上游到下游的总体趋势与0~20 cm一致。不同区段的饱和含水率在35.57%~56.56%之间,与上游和下游相比,中游土壤具有较高的饱和含水率。分层土壤饱和含水率结果表明,较高的饱和含水率主要存在于20~40 cm的土壤。

2.2 不同河段滩地土壤颗粒组成分布特征

土壤粒径分布影响着土壤的水力特性、养分状况以及土壤侵蚀,是土壤的重要物理性质之一^[16]。土壤粒径分布是由各种成土因素和成土过程相互作用所决定^[17],可以反映滩地土壤在不同水流条件和沉积环境影响下的变化差异。研究区沉积物粒径差异主要受到物源、地形和水动力条件的影响。从表3可知,0~20 cm土层,上游区段粗砂最高,达到63.48%,土壤质地为壤质砂土。中游和下游区段细砂质量分数最高,分别为61.16%、55.92%,土壤质地分别为砂质壤土和砂质黏壤土。各个区段细颗粒组分(粉粒、黏粒)质量分数差异达到显著水平,总体趋势为下游>中游>上游;而粗砂质量分数则呈相反的趋势。沿着河道顺水流方向,滩地上土壤粒径的变化与河床沉积物粒径^[18]的变化一致,基本呈现沿程细化的特征。进一步分析可知,上游滩地处河道坡降较大达到3.66%,且靠近水库出口,代表高能环境的沉积,此处水流冲刷能力强,土壤中细颗粒物伴随着养分容易受水蚀而发生流失。中游滩地处河道坡降为2.32%,水流能态降低;植被生长密度也比上游更加丰富,削弱了漫滩水流的挟沙能力^[19],细颗粒泥沙容易淤积在滩地表面,粉粒和黏粒相比于上游区段分别增加了6.36%、4.10%。下游滩地处河道比降1.37%,比降变平,河宽加大,流速减缓,代表低能环境的沉积,此时滩地主要处于一个堆积的环境,粉粒和黏粒显著增加,与上游区段相比分别增加了18.33%、11.88%。从垂直结构上看,下层20~40 cm的土壤粒径分布在纵向上总体趋势与表层土壤一致。中游区段滩地下层20~40 cm土壤与表层土壤相比,粗颗粒(粗砂、细砂)减少,细颗粒(粉粒、黏粒)增加,可能原因是中游区段滩地离水面较低,滩地表层容易被漫滩水流携带的粗颗粒泥沙覆盖,同时20~40 cm下层的土壤受生物残体(地表枯落物、植物残根等)腐解归还的影响时间也比表层更长,粉粒和黏粒因此而增加。下游区段滩地20~40 cm土壤与表层相比细颗粒(粉粒、黏粒)略低,可能是因为下游滩地一般离水面较高,滩地表层很难受到水流冲刷的影响,同时表层土受到枯枝落叶覆盖和分解的影响,细颗粒在表面逐渐增加。

表3 不同河段滩地土壤颗粒组成及分维值空间分布特征

土层深度	区段	粗砂/%	细砂/%	粉粒/%	黏粒/%	D	土壤质地
		2~0.2 mm	0.2~0.02 mm	0.02~0.002 mm	<0.002 mm		
0~20 cm	上游	63.48±8.49a	28.23±7.13b	3.08±0.88b	5.21±0.89c	2.49±0.02c	壤质砂土
	中游	20.09±8.54b	61.16±7.63a	9.44±3.09b	9.31±2.75b	2.56±0.04b	砂质壤土
	下游	5.57±5.62c	55.92±8.32a	21.41±5.03a	17.09±6.03a	2.65±0.06a	砂质黏壤土
20~40 cm	上游	60.78±7.92a	30.25±6.79b	3.74±0.86b	5.23±0.88b	2.50±0.02b	壤质砂土
	中游	12.54±4.23b	57.72±9.56a	16.71±5.97a	13.03±4.02a	2.62±0.05a	砂质壤土
	下游	5.16±3.19c	63.02±7.54a	18.47±4.85a	15.09±3.95a	2.64±0.04a	砂质黏壤土

土壤分形维数是反映土壤结构几何形体的参数,土壤质地越粗,越不易形成良好的结构,分维值小,反之分维值大^[9-10]。分维值能够有效的表征沉积物的来源、搬运、沉积以及结构特征。由表3可知,0~20 cm分维值,从上游到下游分别为2.49、2.56、2.65,三者之间差异达到显著水平,总体趋势与细颗粒质量分数趋势一致,下游>中游>上游。上游分维值最小,说明土壤组成比较均匀,且主要以砂粒为主。分维值沿程逐渐增大,说明细颗粒增加,使得滩地土壤结构从上游到下游逐渐改善。

2.3 不同滩位土壤颗粒组成分布特征

不同的滩位按照离水底高程的距离可以分为低滩、中滩、高滩,分别代表了不同的水流条件和植被类型。从低滩到高滩,植被类型从草本向木本过渡^[21]。根据现场调查总结灵山港不同滩位的植被特征分别为,低滩对应着水位变幅区的滩涂裸地,中滩处为荒草地,高滩处为林地。枯水季节滩涂裸地大部分在水面以上,平水季节滩涂裸地和部分的荒草地会被淹没。洪水季节,水位较高时只有林地部分才不会被完全淹没。由表4可知,0~20 cm与20~40 cm层次细颗粒组(粉粒、黏粒)质量分数规律为高滩>中滩>低滩,三者差异显著。高滩处细颗粒质量分数最高,一方面是因为高滩靠近岸边,从二岸农田冲刷下来的细颗粒土壤在高滩沉积^[20],另一方面是由于高滩处林地根系发达表层植物覆盖度大,能够减小降雨及水流冲刷,从而起到了保持水土和改良土壤的作用。中滩处荒草地一旦有漫滩水流经过后,水流流速降低,其中夹带的粗颗粒悬浮物质沉积在滩地表面,荒草地处粗砂质量分数相比于林地增加了21.58%。低滩处滩涂裸地的颗粒组

成主要受河流冲积物的物源以及水流能态控制,组成多以粗颗粒的砂粒为主。由表4可知,高滩、中滩、低滩的土壤粒径分维值分别为2.66、2.52、2.50,呈逐渐下降的趋势,胡云峰等^[22]认为植被覆盖度越高,土壤粒径分维值越大。从分维值的变化也可以反映出高滩处的林地植被覆盖度最高,土壤结构最好。经分析可知,林地土壤质地属于砂质黏壤土,荒草地土壤质地属于砂质壤土,滩涂裸地土壤质地属于壤质砂土。吕圣桥等^[4]研究认为土壤粒径分形维数能够客观的反映不同土地利用方式对土壤性质的影响。通过以上分析发现,土壤粒径分维值的变化也能够很好反映出滩地土壤在不同沉积环境中颗粒组成的变化。

表4 不同滩位土壤颗粒组成及分维值的分布特征

土层深度	滩位及植被类型	粗砂量/%	细砂量/%	粉粒量/%	黏粒量/%	D	土壤质地
		2~0.2 mm	0.2~0.02 mm	0.02~0.002 mm	<0.002 mm		
0~20 cm	高滩(林地)	7.05±3.56c	56.57±7.81a	20.75±3.08a	15.63±0.68a	2.66±0.01a	砂质黏壤土
	中滩(荒草地)	28.63±5.62b	57.04±11.02b	7.64±1.57b	6.69±1.72b	2.52±0.03b	砂质壤土
	低滩(滩涂裸地)	55.03±9.68a	36.75±7.95c	2.82±0.87c	5.38±1.11c	2.50±0.02b	壤质砂土
20~40 cm	高滩(林地)	8.76±3.43c	62.73±10.39a	15.31±3.81a	13.26±2.79a	2.62±0.03a	砂质壤土
	中滩(荒草地)	11.15±4.33b	63.76±11.68a	14.50±4.98b	10.58±1.23b	2.59±0.04b	砂质壤土
	低滩(滩涂裸地)	53.03±7.98a	38.45±7.06b	3.72±1.04c	4.79±0.11c	2.49±0.05c	壤质砂土

3 结论

1) 灵山港滩地土壤密度沿程降低,淹水的还原环境使得滩地下层土壤体积质量较小。总孔隙度以及饱和含水率在不同区段存在显著差异,表现为中游>上游>下游。

2) 河道纵向上不同沉积环境,水动力条件对土壤粒径分布也有显著影响,表现为从上游到下游,随着坡降减缓水流能态降低,粗颗粒(粗砂、细砂)质量分数降低,细颗粒(粉粒,黏粒)质量分数增加,分维值也随之增加,土壤结构逐渐改善。

3) 不同滩位的土壤粒径分布存在显著差异,高滩处由于林地表层植被覆盖度大及二岸农田细颗粒冲刷沉积,细颗粒质量分数最高。低滩处的滩涂裸地颗粒组成主要受河流冲积物的物源以及水流能态控制,组成多以粗颗粒的砂粒为主。土壤粒径分维值能够很好的反映滩地土壤在不同沉积环境中颗粒组成的变化。

参考文献:

- [1] 钱宁. 河床演变学[M]. 北京: 科学出版社, 1987.
- [2] 秦小军. 河滩洼地的生态意义及其保护[J]. 贵州教育学院学报(自然科学版), 2007, 18(2): 73-75, 91.
- [3] 毕利东, 夏继红, 陈永明, 等. 不同土地利用方式下农村河岸带土壤水文物理性质研究[J]. 灌溉排水学报, 2015, 34(2): 41-44.
- [4] 吕圣桥, 高鹏, 耿广坡, 等. 黄河三角洲滩地土壤颗粒分形特征及其与土壤有机质的关系[J]. 水土保持学报, 2011, 25(6): 134-138.
- [5] 周学峰, 赵睿, 李媛媛, 等. 围垦后不同土地利用方式对长江口滩地土壤粒径分布的影响[J]. 生态学报, 2009, 29(10): 5 544-5 551.
- [6] ALLEN J R L. Studies in fluvial sedimentation: A comparison of fining upwards cyclothems, with special reference to coarse member composition and interpretation[J]. Journal of Sedimentary Research, 1970, 40(1): 298-323.
- [7] ALEXANDER J, FIELDING C R. Coarse-Grained Floodplain Deposits in the Seasonal Tropics: Towards a Better Facies Model[J]. Journal of Sedimentary Research, 2006, 76(3): 539-556.
- [8] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.
- [9] 杨培岭, 罗远培, 石元春. 用粒径的重量分布表征的土壤分形特征[J]. 科学通报, 1993, 38(20): 1 896-1 899.
- [10] 柏春广, 王建. 一种新的粒度指标: 沉积物粒度分维值及其环境意义[J]. 沉积学报, 2003, 21(2): 234-239.
- [11] 王光谦. 河流泥沙研究进展[J]. 泥沙研究, 2007, (2): 64-81.
- [12] 刘霞, 张光灿, 李雪蕾, 等. 小流域生态修复过程中不同森林植被土壤入渗与贮水特征[J]. 水土保持学报, 2004, 18(6): 1-5.
- [13] 王文林, 韩睿明, 王国祥, 等. 淹水对菖蒲(Acorus calamus)根际氧环境的影响[J]. 环境科学研究, 2015, 28(2): 318-325.
- [14] CHRISTIANSEN J S, THORSEN M, CLAUSEN T, et al. Modelling of macropore flow and transport processes at catchment scale[J]. Journal of Hydrology, 2004, 299(1): 136-158.
- [15] 夏江宝, 陆兆华, 高鹏, 等. 黄河三角洲滩地不同植被类型的土壤贮水功能[J]. 水土保持学报, 2009, 23(5): 72-75, 95.
- [16] 王洪杰, 李宪文, 史学正, 等. 不同土地利用方式下土壤养分的分布及其与土壤颗粒组成关系[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 44-46, 50.
- [17] MIRANDA J G V, MONTERO E, ALVES M C, et al. Multifractal characterization of saprolite particle-size distributions after topsoil removal[J]. Geoderma, 2006, 134(3-4): 373-385.
- [18] CHURCH M, KELLERHALS R. On the statistics of grain size variation along a gravel river[J]. Canadian Journal of Earth Sciences, 2011, 15(7): 1 151-1 160.

- [19] 徐卫刚,张化永,王中玉,等. 植被对河道水流影响的研究进展[J]. 应用生态学报, 2013, 24(1):251-259.
- [20] 邱扬,傅伯杰,王军,等. 黄土丘陵小流域土壤物理性质的空间变异[J]. 地理学报, 2002, 57(5): 587-594.
- [21] 马晓波,王兆印,程东升,等. 东江中游河边植被多样性调查评价[J]. 水利学报, 2006, 37(3):348-353.
- [22] 胡云锋,刘纪远,庄大方,等. 不同土地利用/土地覆盖下土壤粒径分布的分维特征[J]. 土壤学报, 2005, 42(2):336-339.

Soil Physical Properties and Spatial Distribution Characteristics of Floodplains in Medium or Small Hilly Rivers

CAO Weijie¹, XIA Jihong¹, WANG Yingjun², BI Lidong¹, LIN Lihuai¹,
YI Zihan¹, YU Genting¹, DING Mingming³

(1.College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;

2.Longyou Water Conservancy Bureau, Longyou 324400, China; 3.Nanjing Water Conservancy Bureau, Nanjing 210098, China)

Abstract: To explore the soil physical properties and spatial distribution characteristics of floodplains in medium or small hilly river, the soil density, soil bulk density, porosity, saturated water holding capacity, particle composition and fractal dimension of floodplains were studied in Longyou County, Zhejiang Province using field survey methods and laboratory analysis. There were significant differences in soil physical properties in different river segments and land patterns, which was presented in detail as: ① soil density decreased from upstream to downstream. In middle reaches, the total porosity and saturation water holding capacity the soil were the largest and the bulk density was the smallest; ② soil particles were mainly composed of coarse particles (coarse sand, fine sand). As the river gradient slackened, the content of coarse particles decreased and fine particles (silt, clay) content and the value of fractal dimension (D) increased. Fine soil particles become more and more from upstream to downstream. ③ Because of the influence of the flow condition and vegetation types, on a different beach elevation the content of fine particles and the value of fractal dimension (D) of the woodland soil were the highest in high floodplain, which was 36.38 and 2.66 respectively. Soil particle fractal dimension can reflect the influence of sedimentary environment and the land use ways on soil particle size distribution.

Key words: medium or small hilly river; floodplains; soil physical properties; fractal dimension

责任编辑:陆红飞