

# 南芬细河河岸带土壤理化性质分析

杨春璐<sup>1,2</sup>, 马溪平<sup>1,2</sup>, 侯伟<sup>1</sup>, 李法云<sup>1,2</sup>, 刘强<sup>1</sup>, 李悦<sup>1</sup>, 程志辉<sup>1</sup>, 孔维静<sup>3</sup>

1. 辽宁大学环境学院, 沈阳 110036
2. 辽宁大学辽宁省高校污染控制与环境修复重点实验室, 沈阳 110036
3. 中国环境科学研究院, 北京 100012

**摘要** 为揭示人为扰动对河岸带土壤造成的影响, 以近年来频繁受到人为干扰的、辽宁省本溪市南芬区的细河河岸带为研究对象, 采用野外调查和实验室分析测定的方法, 对研究区 27 个点位, 0—20cm、20—30cm、30—40cm 3 个不同采样深度的土壤进行了多项理化性质的分析。结果表明, 南芬细河河岸带土壤基质较硬, 容重普遍较大而孔隙率较小, 土壤结构性差; 土壤呈中性或碱性; 河岸带土壤全磷质量比普遍较高, 而速效磷质量比极低; 有机质和全氮质量比随采样点不同差异较大, 二者之间存在极显著的相关性; 不同理化指标数值普遍在研究区域的不同采样点表现出明显差异, 而在同一点位的不同采样深度上的数值差异不显著。研究结果说明, 频繁的人为干扰对南芬细河河岸带土壤层次性造成了较为严重的影响, 其恢复过程尚需较长时间。

**关键词** 南芬细河; 河岸带; 土壤理化性质

**中图分类号** S154.2

**文献标识码** A

**doi** 10.3981/j.issn.1000-7857.2012.03.010

## Soil Physical and Chemical Properties of Riparian Zone Along Xi River

YANG Chunlu<sup>1,2</sup>, MA Xiping<sup>1,2</sup>, HOU Wei<sup>1</sup>, LI Fayun<sup>1,2</sup>, LIU Qiang<sup>1</sup>, LI Yue<sup>1</sup>, CHENG Zhihui<sup>1</sup>,  
KONG Weijing<sup>3</sup>

1. College of Environment, Liaoning University, Shenyang 110036, China
2. Key Laboratory of Pollution Control and Environmental Remediation, Educational Committee of Liaoning Province, Liaoning University, Shenyang 110036, China
3. Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China

**Abstract** To reveal the impact of human disturbance on the riparian zone soil, the riparian zone of Xi River, where is frequently disturbed by human in recent years, and is located in Benxi City, Liaoning Province, has been selected as the research object. By using field investigation and laboratory analysis methods, the soil physical and chemical properties of the 27 points at three different sampling depths of 0—20cm, 20—30cm, and 30—40cm were studied. The results indicate that the riparian zone soil of Xi River has a hard soil matrix and a poor soil structure. The values of bulk densities are generally high, and total porosity of that is generally low. The soils are neutral or alkalescent. Contents of soil total phosphorus are generally high; however, the available phosphorus is extremely low. The value of organic matter and total nitrogen is very different in different points, and there is a significant relationship between the two properties. In the general, the property values in different points is significantly different, however it is insignificantly different among the three different sampling depths at the same point. Research results show that the frequent human interference with the riparian zone soil of Xi River has the serious influence on the soil natural layer, and the restoration process for the zone needs a long period.

**Keywords** Xi River; riparian zone; soil physical and chemical properties

收稿日期: 2011-10-14; 修回日期: 2012-01-10

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项基金项目(2008ZX07526-001-02-03); 辽宁大学“211工程”三期重点学科资助项目(HJ211002); 沈阳市科技计划项目(F11-264-1-02); 辽宁大学青年科研基金项目(2009LDQN35)

作者简介: 杨春璐, 副教授, 研究方向为土壤学和污染生态学, 电子信箱:ycl\_78@yahoo.com.cn; 马溪平(通信作者, 中国科协所属全国学会个人会员登记号: S210600038M), 教授, 研究方向为流域生态学与环境工程微生物, 电子信箱:maxiping@163.com

## 0 引言

河岸带是典型的生态交错区,是连接水生生态系统和陆地生态系统的枢纽<sup>[1]</sup>,因其特殊的生境条件,在自然缓冲、涵养水源、蓄洪防旱、维持生物多样性和生态平衡等方面均有十分重要的作用,是河流天然的保护屏障,是健康河流生态系统的重要组成部分和评价标识<sup>[2-3]</sup>。但是,很多地区对河岸带的功能重视不够,致使近年来河岸带的破坏问题越来越普遍。河岸带的生境变化对河流生态系统会造成明显影响,而土壤理化性质是反映河岸带生境变化的重要因素。国内外学者对河岸带的地上过程如植物演替、竞争和对分布的响应等的研究较多,但对河岸土壤的研究较少<sup>[4]</sup>,且集中于河岸带的土地利用类型、水岸生态系统 C、N、P 等的生物地球化学过程和动态特征等方面<sup>[5-8]</sup>。

太子河是辽宁省南部的的主要河流之一,流域内有本溪市、鞍山市和辽阳市等大中城市。太子河上游分南北两支,北支较长,发源于新宾满族自治县平顶山镇鸿雁沟,向西流经平顶山、苇子峪、二道河子等村,在本溪县下崴子与南支汇合。

作为太子河主要支流之一的细河是本溪市境内 3 个主要流域之一,是沿岸 41.92 万人口和本钢、北钢等大小 60 余家生产企业的主要水源,对下游城市的生产、生活用水也有较大影响。然而,该河流近年来受到河道挖沙、农田面源污染、倾倒生活垃圾、工矿业点源污染,以及 2006 年 5 月—2008 年 11 月南芬区细河段治理工程实施的自动翻板坝工程、休闲带状走廊工程、防洪堤工程、河道清淤工程等较严重的人为扰动,直观上表现为部分河段河岸带植被覆盖率明显下降,使得河岸带对水体的自然缓冲等生态系统功能基本丧失,从而对干流产生一定的负面影响。为深入研究细河河岸带土壤被破坏的程度,本文在河岸带密致布点,并结合现场观测情况对河岸带土壤理化性质进行分析,通过与太子河上游支流(太子河北支)、下游支流(海城河)河岸带土壤理化性质<sup>[9-10]</sup>相比较,说明人为扰动对河岸带土壤理化性质的影响,揭示南芬细河河岸带土壤生态系统的破坏程度,为其河岸带生态系统的保护和生态恢复提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

南芬细河为自然河流,发源于辽宁省丹东市凤城县柏帘子,由南向北流经本溪满族自治县连山关、下马塘镇和本溪市南芬区全境,最后进入辽阳与太子河汇合,全长 113.9km,总流域面积 1113km<sup>2</sup>,河宽 100—150m,河道比降 0.8%。上游为农业地区,主要种植玉米、大豆等旱田作物;中下游地处市郊,以种植蔬菜为主,细河两岸多有引水或提水工程。

### 1.2 供试土壤的采样方法

自细河源头开始(40.833°N, 123.554°E),至其与干流交汇前(41.217°N, 123.640°E),约每隔 3km 在河岸带设 1 个采样点,共设采样点 27 个,如图 1 所示。每个采样点设 3 个重复,

挖取土壤剖面,每两个剖面之间距离均大于 5m,在 0—20cm、20—30cm、30—40cm 3 个垂直方向的不同深度分别取样。除土壤容重的测定是用环刀在每个剖面上分别取样外,其他指标的测定均取各层的混合样,分别称为上层、中层、下层。混合土样拿到实验室风干过筛备用。对每个采样点的自然情况进行调查记录。

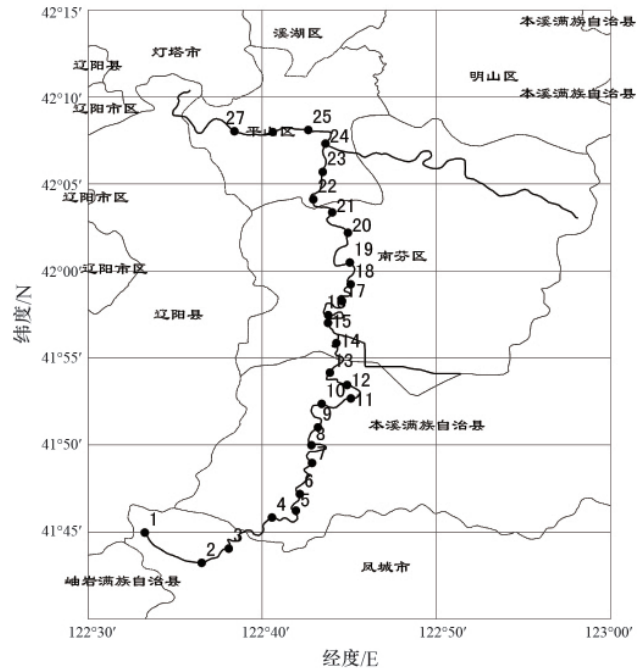


图 1 采样点位置

Fig. 1 Locations of sample points

### 1.3 试验方法

土壤容重的测定采用环刀法;土壤孔隙率通过土壤容重和土壤相对密度来计算<sup>[11]</sup>,土壤相对密度的测定采用相对密度瓶法;土壤结构采用湿筛法<sup>[12]</sup>;土壤 pH 值测定采用玻璃电极法( $m_{\pm}:m_{\text{水}}=1:2.5$ );速效磷的测定采用 Olsen 法,全磷的测定采用酸溶-钼锑抗比色法<sup>[13]</sup>;总有机碳、全氮的测定采用元素分析仪灼烧法。

## 2 结果与讨论

### 2.1 土壤容重和孔隙状况

通过现场采样发现,细河河岸带采样点土壤多以粗砂、大小不等的鹅卵石为主,由于石块分布密集,27 个采样点中有 15 个采样点的上层、18 个采样点的中层和下层土无法压入环刀,以致无法测得这些点位相应层次的土壤容重,从而无法计算孔隙率。但可以推断出,这些点位的土壤实际容重普遍很高,孔隙率普遍很低,这是河岸带土壤易受冲刷、含矿物质多而结构差的表现,与太子河其他 2 支流,即太子河上游北部支流和下游支流海城河河岸带土壤情况相似<sup>[9-10]</sup>。南芬细河河岸带土壤容重和孔隙率见表 1。

表 1 细河河岸带土壤主要物理性质  
 Table 1 Main physical properties of riparian zone soil along Xi River

样点	容重/(g·cm <sup>-3</sup> )			孔隙率/%			R <sub>0.25</sub> /%		
	上层	中层	下层	上层	中层	下层	上层	中层	下层
1	—	—	—	—	—	—	0	0	0
2	—	—	—	—	—	—	0	0	0
3	—	—	—	—	—	—	0	0	3.26±0.12
4	—	—	—	—	—	—	3.58±0.08	0	0
5	—	—	—	—	—	—	0	0	0
6	—	—	—	—	—	—	7.4±0.25	4.44±0.15	0
7	—	—	—	—	—	—	30.02±0.68	0	0
8	—	—	—	—	—	—	4.62±0.09	4.82±0.18	9.78±0.12
9	—	—	—	—	—	—	0	0	0
10	—	—	—	—	—	—	16.08±0.78	15.34±0.79	0
11	—	—	—	—	—	—	22.44±1.08	0	0
12	1.80	1.73	1.67	47.91	38.84	44.86	5.24±0.19	0	0
13	1.45	1.62	1.54	50.81	42.39	44.20	0	0	12.78±0.59
14	1.62	1.58	1.60	42.22	39.23	41.42	6.82±0.36	4.92±0.28	19.12±0.98
15	—	—	—	—	—	—	24.96±1.06	10.54±0.40	0
16	—	—	—	—	—	—	2.72±0.13	1.34±0.02	0
17	1.69	1.49	1.59	38.02	43.57	44.31	42.00±2.05	17.18±0.71	20.74±1.02
18	1.69	—	—	39.83	—	—	20.26±1.04	5.06±0.27	9.4±0.13
19	1.41	—	—	47.65	—	—	20.62±1.02	0	0
20	1.41	1.66	1.55	52.55	43.25	46.37	0	0	0
21	1.50	—	—	47.59	0.00	0.00	0	0	0
22	1.53	1.71	1.61	45.63	44.50	48.34	11.44±0.26	0	0
23	1.59	1.65	1.44	51.67	44.63	48.83	0	0	0
24	1.76	1.63	1.57	44.10	46.29	39.43	1.76±0.08	0	26.38±1.28
25	—	—	—	—	—	—	3.86±0.15	3.34±0.02	0
26	—	—	—	—	—	—	0	0	0
27	1.39	1.34	1.36	50.48	52.17	52.06	5.78±0.11	4.65±0.02	4.12±0.13

注：“—”表示未测定；R<sub>0.25</sub>表示粒径大于0.25mm的水稳性团聚体。

Notes: “—” means not be measured; R<sub>0.25</sub> means the water stability aggregation more than 0.25mm size.

土壤容重是反映土壤紧实度的敏感性指标,而适当的孔隙率有利于植物生长,他们都是表征土壤质量的重要参数<sup>[4]</sup>。从表1可知,南芬细河河岸带土壤容重和孔隙率因取样地点不同而有较大差异,上、中、下3层最小值分别为1.39,1.34和1.36g·cm<sup>-3</sup>,测得数据中最大值分别为1.80,1.73和1.67g·cm<sup>-3</sup>,均值分别为1.57,1.60和1.55g·cm<sup>-3</sup>,最大值和均值的实际值可能更大。根据现场调查资料及测定结果可知,细河河岸带土壤基质较硬,剖面石块数量较大,这种情况上游表现尤为明显。由于下游河岸带土壤冲击物逐渐增多,即细沙量增加,因此容重有所减小而孔隙率有所增加,个别采样点土质较黏重,容重和孔隙率介于上述情况之间。总体来说,细河河岸带土壤容重普遍较大,孔隙率普遍较小,除个别点以外孔隙率均小于50%。方差分析表明,细河河岸带土壤上、中、下3个层次容重差异性不显著( $P>0.05$ ),即土壤容重随土层深度变化规律不明显。这主要是由于河岸带土壤经常受到

季节性水流的冲刷、上游搬运的沉积物及人类的干扰活动等影响所致。

## 2.2 土壤团粒结构

团粒结构是土壤中最好的结构体,它能协调水分和空气的矛盾,协调土壤有机质中养分的消耗和积累的矛盾,能够稳定土壤温度,调节土热状况,有利于作物根系伸展。一般把>0.25mm的团聚体称为土壤团粒结构体,其数量与土壤的肥力状况呈正相关<sup>[5]</sup>,因此本文采用>0.25mm的水稳性团聚体(R<sub>0.25</sub>)的比例来说明土壤团聚体的数量变化,数据见表1。

方差分析表明,细河河岸带不同采样点土壤团聚体R<sub>0.25</sub>差异不显著( $P>0.05$ )。从表1可以看出,27个采样点中有16个点的上、中、下3层土壤团聚体R<sub>0.25</sub>均低于10%,说明细河河岸带土壤物理性状普遍含矿物质多而结构很差。个别采样点因为地形因素,造成沉积淤泥较多,由于土粒胶体的凝聚作用强,土壤团聚体数量偏高,如点7和点17上层土R<sub>0.25</sub>值

均明显高于其他点位。

通常土壤自表层向下植物根系发达程度、微生物种类和数量丰富度逐渐降低,因而自然土壤的团聚体数量表现为表层高于中层和下层的特点。对南芬细河河岸带上、中、下3层土壤团聚体  $R_{0.25}$  进行方差分析发现,土壤团聚体  $R_{0.25}$  值差异显著 ( $P<0.05$ ),均值分别为 9.55%、2.48%和 3.91%。采样点中有 12 个点位的土壤表现出上层土壤结构性较好,而中层和下层较差的特点。这说明从总体上说,该河河岸带土壤团聚体数量表现出表层好于中层和下层;但由于河岸带土壤经常受到扰动,在很多点位,上、中、下3层团聚体数量没有表现出明显规律。

### 2.3 土壤 pH 值

细河河岸带土壤 pH 值见表 2。土壤方差分析表明,细河河岸带各点位上、中、下3层土壤 pH 值差异不显著 ( $P>0.05$ ),因此,统计时取各采样点的3层土壤 pH 值平均值。27 个采样点 pH 值的均值为 7.67,最大值为 8.25,最小值为 7.01。其中 19 个点 pH 值略高于 7.5,属于碱性土壤;其余 8 个点 pH 值介于 6.5—7.5 之间,属于中性土壤。因此,总体来讲,细河河岸带土壤偏碱性。

### 2.4 速效磷和全磷

南芬细河河岸带土壤全磷和速效磷质量比见表 2。经检验,二者之间相关性不显著 ( $P>0.05$ )。

方差分析表明,不同采样点及不同采样深度的土壤全磷质量比均存在显著差异 ( $P<0.05$ )。相同采样点全磷质量比从大到小为上层、中层、下层。各采样深度的最大值分别为 3.66、2.62 和  $1.74\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,最大值均出现在点 12;最小值分别为 0.43、0.26 和  $0.04\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,上层、中层最小值均出现在点 6,下层最小值出现在点 24;27 个采样点各土壤层次均值分别为 1.13、0.88 和  $0.62\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。一般土壤全磷质量比多在 0.2—1.1  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  之间,因此,细河河岸带土壤全磷质量比较高。

经方差分析可知,细河河岸带土壤表层、中层、下层速效磷质量比差异不显著 ( $P>0.05$ ),而不同采样点之间其质量比差异显著 ( $P<0.05$ ),因此,分析各点位速效磷质量比采用 3 个采样深度的平均值。从表 2 可以看出,细河河岸带不同采样点土壤速效磷质量比均很低,各层次均值的最大值仅为  $7.05\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,最小值为  $2.67\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,均值只有  $4.06\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。分析原因可能是:细河流域基质以石块、粗砂为主,物理性状极差(见表 1),造成保肥能力也极差,且水体未见明显富营养化

表 2 细河河岸带土壤部分化学性质

Table 2 Some chemical properties of riparian zone soil along Xi River

样点 编号	pH 值				全磷/( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )			速效磷/( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )		
	上层	中层	下层	均值	上层	中层	下层	上层	中层	下层
1	7.38±0.01	7.71±0.02	8.03±0.04	7.71	1.53±0.01	1.29±0.01	0.61±0.00	2.63±0.01	4.53±0.02	3.89±0.01
2	8.02±0.00	7.99±0.01	7.94±0.01	7.98	0.88±0.00	0.81±0.00	0.72±0.00	3.05±0.02	5.13±0.02	4.09±0.01
3	7.51±0.02	7.64±0.03	7.43±0.02	7.53	1.28±0.01	1.20±0.01	0.88±0.00	3.30±0.01	3.01±0.01	3.35±0.02
4	7.22±0.01	7.34±0.01	7.43±0.01	7.33	0.88±0.00	0.83±0.00	0.71±0.00	4.70±0.02	2.70±0.01	2.85±0.01
5	7.31±0.03	7.10±0.02	7.30±0.00	7.24	0.78±0.00	0.74±0.00	0.51±0.00	4.87±0.02	3.14±0.01	4.02±0.02
6	7.42±0.01	7.69±0.02	7.57±0.01	7.56	0.43±0.00	0.23±0.00	0.09±0.00	5.64±0.01	4.49±0.02	2.72±0.01
7	7.54±0.02	7.69±0.03	7.64±0.02	7.62	0.76±0.01	0.44±0.00	0.05±0.00	4.84±0.01	4.83±0.02	2.82±0.01
8	7.79±0.01	7.82±0.01	7.58±0.03	7.73	0.60±0.01	0.52±0.00	0.52±0.00	3.15±0.03	4.86±0.02	3.73±0.01
9	7.74±0.01	8.22±0.02	8.19±0.01	8.05	0.53±0.00	0.46±0.00	0.37±0.00	4.39±0.01	3.10±0.01	2.80±0.01
10	7.94±0.02	7.95±0.01	8.14±0.03	8.01	0.91±0.00	0.73±0.00	0.55±0.00	4.63±0.01	3.72±0.02	4.82±0.02
11	7.84±0.01	8.21±0.01	8.24±0.01	8.10	0.69±0.00	0.60±0.00	0.50±0.00	5.91±0.02	4.62±0.02	3.22±0.02
12	7.78±0.03	7.24±0.03	7.87±0.02	7.63	3.66±0.02	2.62±0.01	1.74±0.02	3.54±0.02	3.16±0.01	2.89±0.01
13	7.62±0.02	7.56±0.02	7.45±0.03	7.54	2.13±0.01	1.36±0.01	0.74±0.00	2.53±0.01	2.41±0.01	3.06±0.01
14	7.88±0.01	7.89±0.00	7.75±0.01	7.84	2.63±0.01	1.73±0.01	0.84±0.00	2.46±0.01	3.26±0.02	3.44±0.01
15	8.09±0.02	7.89±0.02	7.83±0.00	7.94	1.02±0.01	0.97±0.00	0.89±0.00	5.12±0.02	4.16±0.02	3.32±0.02
16	7.92±0.01	8.04±0.03	8.03±0.01	8.00	2.30±0.01	1.72±0.01	1.37±0.01	2.70±0.01	5.06±0.02	3.37±0.01
17	8.06±0.01	7.94±0.00	8.03±0.02	8.01	0.96±0.00	0.90±0.00	0.84±0.00	4.85±0.01	6.62±0.02	9.26±0.03
18	8.15±0.02	8.30±0.01	8.29±0.02	8.25	1.67±0.01	1.59±0.01	1.49±0.01	4.01±0.01	3.42±0.01	4.26±0.02
19	7.91±0.02	7.99±0.02	8.05±0.01	7.98	0.85±0.00	0.63±0.00	0.45±0.00	4.76±0.02	2.56±0.01	4.59±0.02
20	7.50±0.01	7.44±0.01	7.43±0.03	7.46	0.83±0.00	0.71±0.00	0.43±0.00	10.19±0.03	7.86±0.03	3.11±0.01
21	7.16±0.03	7.07±0.02	7.06±0.01	7.10	0.83±0.00	0.65±0.00	0.56±0.00	3.35±0.02	2.61±0.01	4.70±0.01
22	7.06±0.03	7.05±0.03	7.04±0.03	7.05	0.89±0.01	0.75±0.01	0.59±0.00	5.72±0.01	3.35±0.01	3.63±0.02
23	7.18±0.01	6.97±0.01	6.92±0.01	7.02	0.83±0.01	0.73±0.00	0.33±0.00	3.02±0.01	2.58±0.01	2.86±0.01
24	7.12±0.04	7.03±0.02	6.87±0.00	7.01	0.52±0.00	0.28±0.00	0.04±0.00	9.17±0.02	3.45±0.01	6.35±0.02
25	7.21±0.02	7.45±0.01	7.78±0.00	7.48	0.93±0.00	0.64±0.00	0.34±0.00	3.90±0.01	5.94±0.02	4.66±0.02
26	8.01±0.02	8.12±0.02	8.28±0.01	8.14	0.44±0.00	0.38±0.00	0.32±0.00	3.17±0.01	3.01±0.01	3.41±0.01
27	7.93±0.01	7.71±0.02	7.61±0.01	7.75	0.71±0.01	0.39±0.00	0.17±0.00	3.24±0.01	3.08±0.01	2.58±0.01

现象,即没有明显磷源输入,因而导致了土壤速效磷质量比低的结果。另外,有些采样点存在挖沙等人为破坏现象,更加剧了土壤中有效态营养元素的流失及其保肥能力的丧失。

## 2.5 有机质和全氮

有机质是土壤养分的主要来源,可促进土壤结构形成,改善土壤物理性质,提高土壤的保肥能力和缓冲性能,具有生理活性,能促进作物生长发育,具有络合作用,有助于消除土壤的污染;氮素是土壤的主要养分元素,是植物生长的大量元素之一。相关分析表明,细河河岸带土壤有机质和全氮

质量比呈极显著线性正相关( $r=0.529, n=1=80$ ),说明二者联系密切。

南芬细河河岸带土壤有机质和全氮质量比见表3。方差分析表明,不同采样深度的土壤有机质和全氮质量比差异不显著( $P>0.05$ )。从表3可知,土壤有机质、全氮质量比随不同采样深度未表现出明显规律,即土壤层次性不明显,这与其他土壤不同。分析原因一方面可能是河岸带土壤经常受到河道挖沙、农田面源污染、倾倒生活垃圾、工矿业点源污染等人为干扰,从而土层受干扰严重;另外,2006年5月—2008年

表3 细河河岸带土壤全氮及有机质质量比

Table 3 Total nitrogen and organic matter of riparian zone soil along Xi River

样点编号	有机质/(g·kg <sup>-1</sup> )				全氮/(g·kg <sup>-1</sup> )			
	上层	中层	下层	均值	上层	中层	下层	均值
1	44.72	40.2	39.48	41.47	2.30	2.15	2.05	2.17
2	15.24	12.09	14.55	13.96	0.84	0.66	0.90	0.80
3	24.77	23.81	13.36	20.65	0.88	0.84	0.67	0.80
4	16.65	9.21	11.19	12.35	0.95	0.53	0.65	0.71
5	26.02	10.74	9.19	15.32	0.87	0.60	0.63	0.70
6	22.19	66.77	96.18	61.71	0.98	1.20	0.55	0.91
7	56.1	25.34	26.76	36.07	1.63	0.86	0.79	1.09
8	49.29	35.03	45.58	43.30	0.69	0.90	1.41	1.00
9	36.29	20.43	21.41	26.04	0.57	0.50	0.56	0.54
10	40.95	36.24	15.36	30.85	1.29	1.19	0.62	1.03
11	56.72	33	28.86	39.53	1.78	0.86	0.88	1.17
12	15.29	10.5	15.22	13.67	0.74	0.78	0.83	0.78
13	5.84	5.26	12.72	7.94	0.56	0.66	0.75	0.66
14	5.97	7.14	14.57	9.23	0.50	0.61	0.80	0.64
15	36.03	42.72	17.26	32.00	1.93	2.11	1.11	1.72
16	14.02	12.74	10.26	12.34	1.00	0.85	0.76	0.87
17	45.22	47.13	30.53	40.96	1.97	1.93	1.28	1.73
18	25.96	11.36	18.76	18.69	1.26	0.74	1.06	1.02
19	26.27	8.72	4.93	13.31	0.83	0.61	0.46	0.63
20	9.71	7.09	7.72	8.17	0.49	0.48	0.58	0.52
21	10.62	0.66	6.64	5.97	0.64	0.30	0.63	0.52
22	20.74	11.62	6.72	13.03	1.36	0.55	0.55	0.82
23	6.05	6.22	11.09	7.79	0.49	0.57	0.78	0.61
24	4.57	2.74	10.78	6.03	0.60	0.62	2.77	1.33
25	11.24	8.12	7.69	9.02	0.74	0.61	0.66	0.67
26	10.09	7.48	6.65	8.07	0.62	0.83	0.57	0.67
27	12.57	17.74	9.1	13.14	0.87	0.91	0.67	0.82

11月进行的南芬区细河段治理工程更是对河岸带土壤层次造成了非常严重的扰动。

由方差分析可知,不同采样点土壤有机质、全氮质量比均存在极显著差异( $P<0.01$ )。由于不同采样深度的土壤有机质和全氮质量比差异不显著,因此统计取各点位不同采样深度的平均值。27个采样点土壤有机质的最大值为 $61.71\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,

出现在点6,最小值为 $5.97\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,出现在点21,均值为 $20.76\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;土壤全氮的最大值为 $2.17\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,出现在点1,最小值为 $0.52\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,出现在点20和21,均值为 $0.92\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。其质量比主要与河岸带土壤的破坏程度、周围是否存在C源和N源的输入(即点源和面源污染)、土壤的结构性或保肥能力等因素有关。

### 3 结论

南芬细河河岸带土壤基质较硬,容重普遍较大而孔隙率较小,土壤结构性差;土壤偏碱性;河岸带土壤全磷质量比普遍较高,而速效磷质量比极低;有机质和全氮质量比随采样点不同差异较大,二者之间存在显著相关性。

南芬细河河岸带土壤各项理化指标在不同采样点间普遍表现出明显差异,而在同一采样点的不同采样深度上则未表现出明显差异,说明南芬细河河岸带土壤在垂直方向上受到扰动,土壤层次性遭到破坏,需较长时间才能得以恢复。

#### 参考文献 (References)

- [1] McClain M E, Boyer E W, Dent C L, et al. Biogeochemical hot spots and hot moments at the interface of terrestrial and aquatic ecosystems [J]. *Ecosystems*, 2003, 6: 301-312.
- [2] Bruggeman A S, Mostaghimi S, Hohznan G I, et al. Monitoring pesticide and nitrate in Virginia's groundwater -A pilot study [J]. *Transaction of the American Society of Agricultural Engineers*, 1995, 38(3): 797-807.
- [3] Franklin J F. Scientific basis for new perspectives in forests and streams [M]//Naiman R J. *Watershed Management, Balancing Sustainability and Environmental Change*. New York: Springer Verlag, 1992.
- [4] 李新茂, 张东旭. 关于美国河岸带土壤的研究综述 [J]. *水土保持应用技术*, 2007(6): 11-13.  
Li Xinmao, Zhang Dongxu. *Technology of Soil and Water Conservation*, 2007(6): 11-13.
- [5] Schade J D, Fisher S G, Grimm N B, et al. The influence of a riparian shrub on nitrogen cycling in a Sonoran Desert stream [J]. *Ecology*, 2001, 82: 3363-3376.
- [6] 张建春, 彭补拙. 河岸带研究及其退化生态系统的恢复与重建 [J]. *生态学报*, 2003, 23(1): 56-63.  
Zhang Jianchun, Peng Buzhuo. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23 (1): 56-

63.

- [7] 封富记, 杨海军, 于智勇. 受损河岸生态系统近自然修复实验的初步研究[J]. *东北师大学报: 自然科学版*, 2004, 36(1): 101-106.  
Feng Fuji, Yang Haijun, Yu Zhiyong. *Journal of Northeast Normal University: Natural Science Edition*, 2004, 36(1): 101-106.
- [8] 陈吉泉. 河岸植被特征及其在生态系统和景观中的作用[J]. *应用生态学报*, 1996, 7(4): 439-448.  
Chen Jiquan. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1996, 7(4): 439-448.
- [9] 杨春璐, 马溪平, 李法云, 等. 海城河土壤理化性质分析 [J]. *生态科学*, 2010, 29(3): 262-267.  
Yang Chunlu, Ma Xiping, Li Fayun, et al. *Ecological Science*, 2010, 29 (3): 262-267.
- [10] 杨春璐, 马溪平, 李法云, 等. 太子河北支土壤理化性质分析[J]. *辽宁农业科学*, 2010, 5: 1-5.  
Yang Chunlu, Ma Xiping, Li Fayun, et al. *Liaoning Agricultural Science*, 2010, 5: 1-5.
- [11] 刘多森. 关于土壤孔隙度测定的商榷[J]. *土壤通报*, 2004, 35(2): 152-153.  
Liu Duosen. *Chinese Journal of Soil Science*, 2004, 35(2): 152-153.
- [12] Kemper W D, Rosenau R C. Aggregate stability and size distribution[M]//Klute A. *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2nd ed. Madison, WI: Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, 1986: 425-442.
- [13] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.  
Bao Shidan. *Soil and agricultural chemistry analysis* [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005.
- [14] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.  
Huang Changyong. *Pedology*[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000.
- [15] Six J, Elliott E T, Paustian K. Soil structure and soil organic matter: II. A normalized stability index and the effect of mineralogy [J]. *Soil Science Society of America Journal*, 2000, 64: 1042-1049.

(责任编辑 安莹, 刘志远)

·学术动态·

## 第13届全国氢能会议暨 第5届两岸三地氢能研讨会



“第13届全国氢能会议暨第5届两岸三地氢能研讨会”将由中国可再生能源学会氢能专业委员会在2012年9月21-23日南京市主办。

征稿范围: 氢的制备、分离与纯化理论与技术; 氢的储存、运输和加注理论与技术; 氢的利用、氢内燃机汽车、氢氧切割机、分割式电站等; 燃料电池、理论及应用; 氢能战略、政策、标准。

摘要截止日期: 2012年6月20日。

论文截止日期: 2012年9月20日。

联系电话: 010-62780537。

电子信箱: hydrogen@tsinghua.edu.cn。

会议网站: www.cres.org.cn。