

# 塔里木河中游典型样地土壤主要理化性质比较研究

王亮<sup>1,2</sup>, 王夏楠<sup>1,2</sup>, 周正立<sup>1,2</sup>, 吕瑞恒<sup>1,2</sup>, 王玉丽<sup>1,3</sup>, 梁继业<sup>1,2</sup>

(1. 新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 新疆塔里木大学 植物科学学院, 新疆 阿拉尔 843300; 3. 新疆塔里木大学 动物科学学院, 新疆 阿拉尔 843300)

**摘要:**在塔里木河中游地区,以典型植被类型选取样地,分层取得 0~100 cm 土壤样品并以此为研究对象,比较不同样地之间主要理化性质差异及变异性。结果表明:10 个典型样地土壤的全氮、全磷含量偏低,全钾含量较高;各样地土壤容重显示出土壤比较紧实,结构性差,孔隙少,且各层之间有一定的差异性。各样地土壤的全氮、全磷、全钾变异系数呈现出的随着土层深入逐渐减小的样态。从该地区典型样地土壤主要理化指标的相关性来看,土壤含水率和土壤主要化学因子之间呈现明显的相关性,土壤容重也与大部分指标呈显著的负相关性,说明塔里木河中游地区,土壤的水分和紧实度存在地区差异和分层差异,对该地区其它理化指标都有一定的影响。

**关键词:**塔里木河;样地;土壤理化性质

**中图分类号:**S 151.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)23-0148-04

塔里木河全长 1 321 km,是我国境内最长的内流河,也是世界著名的内流河之一。随着近些年来经济的发展,对塔里木河水及地下水大强度的资源开发利用,使流域自然生态过程发生了显著变化。塔里木河中游由于垦荒种田,天然胡杨林及其它植被遭受破坏,使得土壤沙化、盐碱化等问题日益凸显。在这种环境变化的背景下,塔里木河沿岸地区土壤的理化性质发生了一定改变,进而会影响到整个地区的植被概况<sup>[1-2]</sup>。

森林土壤是地表的一部分,是森林生态系统重要的组成部分。土壤层的持水蓄水能力主要与土壤容重、孔隙度等物理性质及土层厚度有关,土壤水分也是水文循环的一个重要部分。作为生态环境的重要组成部分,土壤在空间上的连续分布和性质的空间异质性,造成了土壤类型和土壤资源多样性格局。关于土壤空间分布的研究,注重对土壤理化性质的空间分布情况作为控制森林植物生长发育的关键生态因子,是决定土壤肥力和土壤质量的重要指标<sup>[3-5]</sup>。现在塔里木河中游地区进行野外调查的基础上,以塔里木河中游地区典型样地为研究

对象,分析比较典型植被类型的土壤理化性质及全氮、全磷、全钾的空间分异规律,从而整体把握该地区土壤肥力状况,进一步了解该地植被类型与土壤理化性质的关系,同时能够为荒漠河岸地区生态恢复提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验地概况

塔里木河中游段是从轮台县的英巴扎至尉犁县的恰拉,河段长约 398 km;塔里木河中游横贯在天山南麓缓冲积、洪积平原和塔克拉玛干沙漠之间,沿途没有接纳一条进水的支流,相反分歧形成一个极为复杂的水道网。塔河中游水系的变化最复杂,是河道最弯曲和泛滥最严重的地区<sup>[6]</sup>。其河道时常迁徙,形成一个长达 100 km 的淤积平原。该区地处欧亚大陆腹地,属于大陆性暖温带、极端干旱沙漠性气候,生态环境极为脆弱。该地区日照充足,年日照时数 2 442~2 925 h,平均值为 2 658 h。多年平均气温 10.7℃,极端最低气温-30.9℃,极端最高气温达 43.6℃。多年平均降水量为在 17.4~42.8 mm,蒸发能力为 1 125~1 600 mm;气候干燥,多大风天气,最大风速达 40 m/s;该区域主要物种有胡杨(*Populus euphratica*)、多枝怪柳(*Tamarix ramosissima*)、芦苇(*Phragmites communis*)、铃铛刺(*Halimodendron halodendron*)、黑果枸杞(*Lycium barbarum*)、甘草(*Glycyrrhiza uralensis*)等<sup>[7-8]</sup>。

在塔里木河中游地区,地理位置为东经 84°15'67.2"~84°20'18.7",北纬 40°11'26.6"~41°11'58.0",海拔 904~950 m,根据距河远近和植被群落类型分别设置样方进

**第一作者简介:**王亮(1986-),男,硕士研究生,研究方向为森林生态学。E-mail:qianmuwang@qq.com.

**责任作者:**梁继业(1976-),男,副教授,研究方向为荒漠化防治与景观生态学。E-mail:jethrol23123@126.com.

**基金项目:**“973”计划前期研究专项资助项目(2012CB723204);国家自然科学基金资助项目(31360109);兵团博士资金资助项目(2008JC15)。

**收稿日期:**2014-09-11

行调查,按照距离河岸由近及远的顺序设置 10 个样方号,调查内容包括植被组成、海拔高度、地下水位等,详见表 1。

表 1 各样地群落状况

Table 1 The community situation of different communities

样方号	样方面积	主要植被类型	海拔/m	地下水位/m
1	30 m×30 m	胡杨+柽柳+甘草+芦苇	918	2.43
2	30 m×30 m	胡杨+柽柳+甘草	931	2.32
3	30 m×30 m	胡杨+柽柳+甘草+芦苇	915	2.56
4	30 m×30 m	胡杨+柽柳+铃铛刺+甘草	914	2.72
5	30 m×30 m	胡杨+柽柳+芦苇	950	2.94
6	30 m×30 m	胡杨+柽柳+铃铛刺+甘草	918	3.61
7	20 m×20 m	胡杨+芦苇+刺菜	928	2.65
8	50 m×50 m	胡杨+盐生草	904	2.91
9	50 m×50 m	胡杨+盐生草+猪毛菜	911	4.91
10	30 m×30 m	柽柳+盐生草+猪毛菜	916	6.07

1.2 试验方法

在每个样地分别设置 3 个土壤剖面,设置为 0~20、20~40、40~60、60~80、80~100 cm 共 5 层,每个层次进行环刀、铝盒取样,分别测定土壤容重和含水率。同时,在土壤剖面的每个层次进行鲜土取样,取样过程中去除石砾及植物根系。取回的这部分土壤样品经风干后,碾碎并过 1.00、0.25 mm 口径筛,储藏备用测定土壤理化性质。

表 2 各样地土壤主要理化性质

Table 2 The main soil physical and chemical properties of different communities

项目	全氮 /(g·kg <sup>-1</sup> )	全磷 /(g·kg <sup>-1</sup> )	全钾 /(g·kg <sup>-1</sup> )	pH 值	全盐量 /(g·kg <sup>-1</sup> )	含水率 /%	容重 /(g·cm <sup>-3</sup> )	最大持水量 /%	毛管持水量 /%	总孔隙 /%
1	0.55	0.71	21.91	8.50	0.79	17.36	1.52	32.32	27.71	49.20
2	0.54	0.74	20.18	8.28	0.87	16.76	1.48	32.32	29.10	47.89
3	0.54	0.75	19.42	8.40	0.98	11.68	1.42	35.92	31.37	51.04
4	0.53	0.68	19.38	8.35	0.96	10.12	1.45	35.43	31.89	51.11
5	0.52	0.61	19.15	8.46	1.19	10.22	1.40	35.29	32.12	49.17
6	0.51	0.63	20.42	8.29	1.36	9.92	1.50	31.44	28.71	48.15
7	0.50	0.62	19.13	8.32	1.48	9.58	1.49	33.56	29.18	49.76
8	0.47	0.60	19.00	8.44	1.56	3.25	1.40	35.87	32.80	50.86
9	0.48	0.57	16.55	8.40	1.69	2.76	1.37	33.21	27.34	45.39
10	0.44	0.53	16.57	8.47	2.18	1.04	1.36	39.02	29.73	52.26

2.2 样地土壤全氮、全磷、全钾含量空间变异性分析

土壤特性参数的空间变异性程度可以用变异系数 CV 来表示。 $CV=S/\bar{X}\times 100\%$ ,式中:CV 为变异系数,S 为标准差, $\bar{X}$  为平均值。

一般认为:CV<10%为弱变异性,10%≤CV≤100%为中等变异性,CV>100%为强变异性<sup>[10]</sup>。根据所采土样测得塔里木河中游地区土壤全氮、全磷、全钾含量的空间变异性,并依据描述性统计特征参数表进行分析。

从表 3 可以看出,典型样地间土壤的全氮含量在 0~20 cm 层峰度和偏度均大于 1,表现出左偏的现象,在一定程度上偏离了正态分布,该层的变异系数最大达到 21.48%,说明各样地土壤最表层全氮含量差异明显。从

1.3 项目测定

容重采用环刀法,含水率采用烘干法,全盐量采用电导率法测定,pH 值采用电位法,全氮用浓硫酸消煮-凯氏定氮法,全磷用 HClO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 法,全钾用 NaOH 熔融-火焰光度计法测定<sup>[9]</sup>。

1.4 数据分析

数据采用 Excel 2007 和 SPSS 20.0 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 样地土壤主要理化性质概况

选取全氮、全磷、全钾、pH 值、全盐量、含水率、容重等指标,对采集的土壤样品进行理化试验,并通过计算得到最大持水量、毛管持水量、总孔隙等指标,将各层指标所得数据取均值反映出各样地土壤主要理化性质的基本情况。

从表 2 可以看出,塔里木河中游所选样地土壤全氮、全磷含量偏低,而全钾含量较高,该特性也基本反映了塔里木河沿岸土壤的主要养分的基本情况,全氮、全磷、全钾含量基本随距离河岸距离增加而降低;随着土壤含水率的降低,土壤全盐量(可溶性盐)增加,土壤 pH 值逐渐增大,并均呈碱性。土壤平均容重为 1.36~1.52,显示土壤比较紧实,孔隙较少。

浅层到深层看,全氮含量变异系数逐渐减小,表明在深层土壤全氮含量差距减小。

从表 4 可以看出,样地间土壤全磷含量符合正态分布,从各层分析,在 60~80 cm 土层变异系数最大,说明各样地在这一层次全磷含量差距最大,整体上看,全磷含量的变异系数呈现出随土层深度增加而逐渐降低的趋势。

从表 5 可以看出,样地间土壤间全钾含量在 0~20 cm 和 20~40 cm 峰度和偏度均大于 1,表现出左偏的现象,尤其是在 0~20 cm 出现了较大的偏离。从各层的变异系数看,表层变异系数最大达到 17.74%,之后出现了逐渐减小的趋势,在调查的最深层变异系数最低。

表 3

各层土壤全氮含量统计特征参数

Table 3

Statistical feature parameter of each layer of soil total nitrogen content

土层 /cm	最小值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	最大值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	中值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	均值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	标准差	方差	变异系数 /%	峰度	偏度
0~20	0.36	1.05	0.51	0.61	0.131	0.170	21.48	7.71	2.39
20~40	0.32	0.74	0.50	0.53	0.075	0.006	17.92	0.08	0.07
40~60	0.35	0.64	0.47	0.52	0.081	0.007	15.66	-0.96	0.16
60~80	0.35	0.67	0.47	0.49	0.074	0.005	15.10	0.34	0.57
80~100	0.36	0.64	0.41	0.45	0.066	0.004	14.66	-0.33	-0.24

表 4

各层土壤全磷含量统计特征参数

Table 4

Statistical feature parameter of each layer of soil total phosphorus content

土层 /cm	最小值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	最大值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	中值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	均值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	标准差	方差	变异系数 /%	峰度	偏度
0~20	0.47	1.37	0.77	0.81	0.264	0.070	32.59	-0.41	0.34
20~40	0.41	1.29	0.71	0.76	0.244	0.059	32.09	-0.73	-0.14
40~60	0.46	1.21	0.66	0.76	0.242	0.059	31.88	0.16	-0.03
60~80	0.56	0.92	0.65	0.69	0.231	0.053	33.49	0.29	-0.32
80~100	0.39	0.94	0.57	0.61	0.164	0.027	26.69	-0.78	0.06

表 5

各层土壤全钾含量统计特征参数

Table 5

Statistical feature parameter of each layer of soil total potassium content

土层 /cm	最小值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	最大值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	中值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	均值 /(g·kg <sup>-1</sup> )	标准差	方差	变异系数 /%	峰度	偏度
0~20	13.24	25.17	20.95	21.06	3.736	13.958	17.74	4.23	2.09
20~40	10.24	23.25	20.83	20.97	3.348	11.211	15.96	1.67	1.32
40~60	12.24	22.13	19.03	20.66	2.487	6.187	12.04	-1.36	-0.18
60~80	11.24	22.50	19.40	20.33	2.150	4.623	10.58	-0.71	0.66
80~100	12.11	21.22	18.35	20.35	2.182	4.760	10.72	-0.22	0.63

### 2.3 典型样地土壤主要理化性质指标相关性分析

针对不同样地土壤测定理化指标进行相关性分析,由表 6 可知,土壤容重除与含水率外的其它测定指标均呈负相关,其大小影响土壤中有机质的分解与营养元素的转化运输,与最大持水量、毛管持水量呈极显著负相关,与含水率、总孔隙呈显著负相关。含水率与全氮、全

钾、pH 值呈极显著相关。这表明土壤水分条件对该地区土壤主要性质的变化有着重要影响。总孔隙与全盐量、最大持水量、毛管持水量呈极显著正相关。全氮含量与全钾、pH 值、全盐量、容重呈负相关,全氮、全磷、全钾之间呈现负相关性,但不具有显著性。

表 6

不同样地土壤主要理化性质指标相关性分析

Table 6

The correlation analysis between soil physical and chemical properties in different communities

项目	全氮	全磷	全钾	pH 值	全盐量	含水率	容重	最大持水量	毛管持水量	总孔隙
全氮	1.00	-0.27	-0.05	-0.309 *	-0.04	0.366 **	-0.14	0.19	0.285 *	0.20
全磷		1.00	-0.11	0.04	0.28	0.05	-0.03	0.13	0.04	0.21
全钾			1.00	-0.312 *	0.13	0.559 **	-0.25	-0.15	0.14	0.06
pH 值				1.00	-0.298 *	-0.461 **	-0.08	0.03	-0.20	-0.06
全盐量					1.00	0.07	-0.20	0.496 **	0.21	0.490 **
含水率						1.00	0.285 *	-0.16	0.16	0.06
容重							1.00	-0.767 **	-0.604 **	-0.297 *
最大持水量								1.00	0.704 **	0.796 **
毛管持水量									1.00	0.599 **
总孔隙										1.00

注: \*\* 表示相关系数在  $P < 0.01$  时达显著水平, \* 表示相关系数在  $P < 0.05$  时达显著水平,  $n=50$ 。

Note: \*\* shows the correlation coefficient was significant at  $P < 0.01$ , \* shows the correlation coefficient was significant at  $P < 0.05$ ,  $n=50$ .

### 3 讨论与结论

塔里木河是南疆地区最重要的水源地,沿岸植被构成了塔里木盆地最重要的植物资源,分布于荒漠河流两岸,群落类型多样,结构简单,优势种明显是荒漠河岸植被的典型特点。塔里木河中游地区轮台段河道较宽,河

流摆动频繁,形成了河流两岸以胡杨为优势种的绿色长廊景观。通过样方调查发现,随着离河岸距离的增大,植被盖度明显降低,优势种胡杨的生长情况逐渐变差,林地郁闭度逐渐降低。研究表明,10 个典型样地土壤所含全氮、全磷含量偏低,全钾含量较高,这种情况基本反

映了塔里木河中游地区土壤养分总的状况。各样地土壤容重在 1.27~1.59 之间波动,显示出土壤比较紧实,结构性差,孔隙少,且各层之间有一定的差异性<sup>[11]</sup>。

由于塔里木河水源受季节影响非常大,当夏季几大水源地高山冰雪融水大量下泄之时,整个塔里木河流域水量激增,河水漫灌大片沿岸地区,同时将上游的泥沙沉积在沿岸地区,也就造成了土壤分层差异的一种情况出现。2012—2013 年塔里木河流域降水较为丰沛,也形成了距离河岸稍远的稀疏胡杨林地的一年生草本植物(盐生草、猪毛菜等)大量出现。就所选塔里木河中游地区样地土壤主要养分(全氮、全磷、全钾)来说,基本呈现出随着土层深入,各样地间全氮、全磷、全钾的变异系数呈现出逐渐减小的趋势。据此推断,土壤表层受动植物和微生物的影响较大,所以各样地土壤中养分的含量之间差距较为明显,而随着土层深入,这种差距就逐渐缩小或是由于养分的沉积而导致差距又会有所上升。

已有研究表明,水分是制约干旱地区植被的最重要因子,因而在南疆塔里木河流域中游地区也尤其突出,距离河岸近的地方,土壤含水量大,地下水位浅,植被生长茂密;反之则植被稀疏或没有植被。从该地区典型样地土壤主要理化指标的相关性来看,土壤含水率和土壤主要化学因子之间呈现明显的相关性,进一步证明了水源丰富的地区,土壤养分也相对充足,植被生长的好。另外,土壤容重也与大部分植被成显著的负相关性,说明塔里木河中游地区,由于受季节性洪水沉积影响,土壤的紧实度和通透性存在地区差异和分层差异,对该地区其它理化指标都有一定的影响。

## Comparative Study on Soil Physicochemical Properties in the Middle Reaches of Tarim River

WANG Liang<sup>1,2</sup>, WANG Xia-nan<sup>1,2</sup>, ZHOU Zheng-li<sup>1,2</sup>, LYU Rui-heng<sup>1,2</sup>, WANG Yu-li<sup>1,3</sup>, LIANG Ji-ye<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Protection and Utilization of Biological Resources in Tarim Basin, Xinjiang Production and Construction Corps, Alar, Xinjiang 843300; 2. College of Plant Science and Technology, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300; 3. College of Animal Science and Technology, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300)

**Abstract:** In the middle reaches of the Tarim River, the typical vegetation types were selected as plots, and 0—100 cm soil were stratified to obtain samples and as a research object, the difference and variability of main physical and chemical properties in different plots were analyzed. The results showed that 10 typical soil samples contained total nitrogen, total phosphorus content was low, and total potassium content was high; soil bulk density of samples showed the soil relatively tight, poorly structured, less porosity, and between the layers were some differences. Soil total nitrogen, total phosphorus, total potassium showed dropping off state with soil depth deep going. From correlation of soil physical and chemical indicators of typical samples, showed significantly correlation of soil moisture and other major chemistry factor, soil bulk density and most indicators showed significant negative correlation, indicated there were regional differences and level differences in soil moisture and density in the middle reaches of the Tarim River region, and they impacted other physical and chemical indicators of theregion.

**Keywords:** Tarim river; communities; physicochemical properties of soil

## 参考文献

- [1] 卢磊,赵振勇,乔木,等.塔里木河中游河岸带植物区系及物种多样性初探[J].水土保持通报,2011,31(1):16-21.
- [2] 奚秀梅,段树国,海米提·依米提.塔里木河中游径流变化分析[J].水土保持研究,2006,13(2):115-117.
- [3] 新疆森林编辑委员会.新疆森林[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1989.
- [4] 陈志超,蔡太义,郝成元,等.伏牛山森林土壤理化性质空间分异特征[J].南方农业学报,2013,44(7):1140-1144.
- [5] 张学雷,冯婉婉,钟国敏.豫中褐土耕地土壤性质空间分异及质量评价[J].应用生态学报,2011,22(1):121-128.
- [6] 陶辉,毛伟峰,白云岗,等.45 年来塔里木河流域气候变化对径流量的影响研究[J].高原气象,2009,28(4):854-859.
- [7] 韩路,周正立,王海珍,等.塔里木河上、中游胡杨种群结构与统计分析[J].生态学报,2007,27(4):1315-1322.
- [8] 韩路,王海珍,彭杰,等.塔里木荒漠河岸林植物群落演替下的土壤理化性质研究[J].生态环境学报,2010,19(12):2808-2814.
- [9] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:中国农业出版社,2000.
- [10] 王家强,彭杰,柳维扬,等.干旱区荒漠河岸林土壤全氮空间变异特征研究[J].西北林学院学报,2014,29(2):12-19.
- [11] 潘明亮,丁访军,谭伟,等.贵州西部四种典型林地土壤水文特征研究[J].水土保持研究,2011,18(5):139-143.
- [12] 丁绍兰,杨宁贵,赵申申,等.青海省东部黄土丘陵区主要林型土壤性质[J].水土保持通报,2010,30(6):1-6.
- [13] Ma X D, Chen Y N, Zhu C G, et al. The variation in soil moisture and the appropriate groundwater table for desert riparian forest along the Lower Tarim River[J]. J Geogr Sci, 2011, 21(1): 150-162.
- [14] Xu H L, Ye M, Li J M. The ecological characteristics of the riparian vegetation affected by river overflowing disturbance in the lower Tarim River[J]. Environ Geol, 2009, 58: 1749-1755.
- [15] 吕瑞恒,韩路,周正立,等.塔里木河中游胡杨群落结构特征分析[J].中国农学通报,2013,29(22):57-61.