

# 高泥沙洪水淤地治沙后土壤养分分布特征的分析

索全义, 姬宝霖, 高聚林, 孙 智, 刘瑞国, 高宏艳, 胡 敏

(内蒙古农业大学, 内蒙古 呼和浩特 010019)

**摘要:** 了解高泥沙洪水淤地治沙后土壤养分分布特征, 对更好地改良风沙土和利用淤积土都是十分重要的。2005年, 对内蒙古鄂尔多斯公乌素引洪灌区风沙地(对照)、新淤地、淤后耕地的 0~100 cm 剖面分层取样, 进行有机质、全量氮磷钾、有效氮磷钾的测定, 以明确高泥沙洪水淤地治沙后土壤养分的分布特征。结果表明, 从养分的水平分布来看, 淤积上部养分含量高, 改良效果好, 但不同养分在淤积的上、中、下部之间的分布有一定的差别; 从垂直分布看, 新淤地除表层养分富集明显外, 40 cm 土层内从质地到养分都受到了淤积作用的影响; 淤后耕作土壤剖面具有明显的质地分层特征, 有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾含量明显与质地层次相关。

**关键词:** 风沙地; 洪水; 养分; 分布

中图分类号: S156.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2007)05-0134-04

## Analysis on Distribution Characteristics of Soil Nutrient in Silt Land by Flood with High Content of Sand

SUO Quan-yi, JI Bao-lin, GAO Ju-lin, SUN Zhi, LIU Rui-guo, GAO Hong-yan, HU Min

(Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China)

**Abstract:** Understanding the distribution characteristics of soil nutrients in silt land by flood with high content of sand is very important to improving blown-sand soil and utilizing alluvial soil. It sample the 0-100 cm section of blown-sand soil, new silt land and silted tilth in the flood irrigation area of Gongwusu, Erdos, Inner Mongolia, and the organic matter, total nitrogen and phosphorus and potassium, available nitrogen and phosphorus and potassium were mensurated, in order to analyze distribution characteristic of soil nutrient after silting up using the flood with high sand in 2005. The results showed that as far as the horizontal distribution of nutrient is concerned, the nutrient content was high in upper reaches of silted soil, and had good improved effect, but nutrients distribution is different among the upper, the middle and the lower reaches of an irrigated area. As far as the vertical distribution is concerned, other than the nutrient content was rich in topsoil of new silt land, the deeper soil(40 cm) were all influenced by silt. The texture layered characteristics of silted tilth was significant, and the content of organic matter, total nitrogen, alkali-hydrolysis nitrogen, rapidly available phosphor, rapidly available potassium were related to soil texture layered.

**Key words:** Blown-sand soil; Flood; Nutrient; Distribution

鄂尔多斯高原北部 10 条季节性河流是黄河的一级支流<sup>[1]</sup>, 汛期洪水高峰量大, 泥沙含量高<sup>[1,2]</sup>, 对黄河河道淤积影响很大。风积沙地土壤养分含量普遍较低, 质地较轻, 不进行改造很难作农业土地利用。本研究利用区域可能的地形条件把高泥沙洪水引入, 用泥沙沉积覆盖风沙土, 使有害的洪水泥沙变成治理沙漠的可利用资源。引洪淤地中沉积的泥沙

对风沙地的改良十分有利<sup>[3-6]</sup>。有机质及氮、磷、钾养分状况在一定程度上代表着土壤的肥力水平<sup>[7-17]</sup>, 在引洪淤积改造土壤过程中, 由于洪水来源和流速的不同、原有土壤特性的差异、改造后的利用程度等原因, 土壤中养分的水平分布和垂直分布会表现出特征性差异。本研究拟阐述利用高泥沙洪水淤地治沙后土壤养分的分布特征, 从养分角度揭

收稿日期: 2007-05-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(50469001); 内蒙古自然科学基金重点项目(200408020601); 教育部春晖计划项目(22004-5-1501)

作者简介: 索全义(1962-), 男, 内蒙古乌兰察布人, 教授, 在读博士, 主要从事植物营养与土壤肥力方面的教学与研究工作

通讯作者: 高聚林(1964-), 男, 内蒙古鄂尔多斯人, 教授, 博士生导师, 主要从事作物生态生理方面研究。

示高泥沙洪水淤地土壤的特性,为更好地改良风沙土和利用淤积土提供参考依据。

1 材料和方法

1.1 土壤样品的采集

2005 年 10 月,选取淤积 1 年、淤后耕种 2 年的两个样地取样。每块样地在上部、中部、下部各取 1 个样点。淤积 1 年样地每个样点按 0~ 15 cm、15~ 20 cm、20~ 40 cm、40~ 70 cm、70~ 100 cm 分层采样,淤后耕种 2 年样地按自然分层采样,取样深度为 100 cm。选取淤地附近风沙地作为对照,采样深度 100 cm,每 20 cm 取 1 层。上述所有样点均进行 3 次重复。

1.2 土壤样品的分析

土壤样品风干后,过 0.15 mm 筛孔用于土壤有机质、全氮、全磷、全钾的测定;过 2 mm 筛孔用于土

壤碱解氮、速效磷、速效钾的测定。

有机质的测定采用重铬酸钾外加热氧化法;碱解氮采用碱解扩散法;速效磷采用 NaHCO<sub>3</sub> 浸提—钼锑抗比色法;速效钾采用 NH<sub>4</sub>Ac 浸提—火焰光度法;全氮采用硫酸过氧化氢消煮—凯氏蒸馏定氮法;全磷采用 NaOH 熔融—钼锑抗比色法;全钾采用 NaOH 熔融—火焰光度计法。

2 结果与分析

2.1 引洪灌区不同改良类型土壤表层养分含量状况

由表 1 可以看出,引洪淤地对提高表层土壤养分含量的作用是非常明显的。新淤地表层土壤和淤后耕地表层土壤的有机质、速效养分含量(除速效磷)、全氮、全磷均明显高于风沙地的养分含量。

表 1 引洪灌区表层土壤养分含量差异

Tab.1 The difference of top soil nutrients content in silt soil								
土壤类型 Soil type	土层厚度/ cm Thickness of soil	有机质 /(g/ kg) Soil organic matter	碱解氮 /(mg/ kg) Alkali- hydrolyzable nitrogen	速效磷 /(mg/ kg) Rapidly available phosphor	速效钾 /(mg/ kg) Rapidly available potassium	全 氮/( g/kg) Total nitrogen	全 磷/( g/kg) Total phosphor	全 钾/( g/kg) Total potassium
新淤地 New silt soil	0~ 15	3.91	24.4	5.8	360.2	0.35	0.63	3.50
淤后耕地 Silted tilth	0~ 20	3.50	19.3	4.24	261.5	0.35	0.64	4.10
风沙地 Blown sand soil	0~ 20	1.27	10.3	5.0	145.1	0.13	0.49	3.78

注:速效磷、全磷、速效钾、全钾含量均用单质和 P 单质 K 表示  
Note: Straight phosphor indicated available and total P, Straight Potassium indicated available and total K, respectively

根据全国第二次土壤普查制定的养分分级标准,未改良的风沙地的有机质、全氮、全磷、全钾、碱解氮、速效磷含量属低含量范围,均比较缺乏;速效钾含量属中等范围;但新淤地的速效磷含量有所提高;速效钾达到极高等级;新淤地土壤的有机质、全氮、全磷、碱解氮含量均比风沙地有较大提高;新淤地和淤后耕地之间全量养分无明显差别,有机质和

速效养分都以新淤地为高。这说明公乌素引洪灌区高泥沙洪水淤积土壤对提高表层有机质和速效养分含量以及全氮和全磷含量都有较好的作用。

2.2 新淤地土壤养分分布特征

2.2.1 新淤地土壤养分剖面分布特征 将新淤地剖面样点对应层次的养分含量平均,结果列于表 2。

表 2 新淤地土壤养分空间分布

Tab.2 Nutrients space distribute in new silt soil									
土壤类型 Soil type	剖面层 次/ cm Soil Profile layer	层次特征 Profile layer character	有机质/(g/ kg) Soil organic matter	全氮/( g/kg) Total nitrogen	全磷/( g/kg) Total phosphor	全钾/( g/kg) Total potassium	碱解氮 /(mg/ kg) Alkali- hydrolyzable nitrogen	速效磷 /(mg/ kg) Rapidly ava ilable phosphor	速效钾 /(mg/ kg) Rapidly available potassium
新淤地 New silt soil	0~ 15	淤积层	3.91	0.35	0.62	3.50	24.42	5.79	360.17
	15~ 20	夹沙层	2.10	0.19	0.57	4.84	8.10	3.84	135.84
	20~ 40	稍黏层	2.50	0.25	0.56	4.66	12.67	3.98	128.55
	40~ 70	沙层	1.51	0.22	0.59	4.52	9.42	3.65	84.45
	70~ 100	沙层	1.70	0.21	0.51	4.59	10.59	2.79	90.30
风沙地 Blown sand soil	0~ 20	沙层	1.27	0.12	0.49	3.78	10.38	5.00	145.13
	20~ 40	沙层	0.97	0.10	0.47	3.24	7.81	4.60	145.09
	40~ 60	沙层	1.06	0.12	0.50	3.53	6.26	4.18	144.54
	60~ 80	沙层	0.92	0.12	0.51	3.80	5.97	2.78	144.87
	80~ 100	沙层	0.94	0.13	0.53	3.26	5.73	3.89	144.52

从表 2 可看出,新淤地土壤表层的有机质、碱解氮、速效磷、速效钾、全氮、全磷含量均明显高于剖面中其他层次的养分含量。这是由于新淤地表层是黏粒含量较高的淤积黏重层,由洪水携带的泥沙沉积而形成。因此,养分主要富积在表层。

从养分在整个剖面的垂直分布状况看,有机质、全氮、碱解氮分布规律基本一致,从上至下呈现“高-低-高-低”的变化规律,这与土壤剖面黏沙交替的质地层次特征相关,三者相同的分布规律说明三者含量间存在相关性;速效磷和速效钾基本呈递减的趋势,速效磷在 15 cm 以下变化不明显;全磷除表层较高外,其他各层都降低,且层次间差别不大;全钾是表层较低,其他层次较高,但 15 cm 以下含量

差别很小。由于风沙地各层质地及养分差别不大,所以,新淤地的养分的垂直分布特征是由表层淤积和淤积后洪水下渗携带粘粒和养分移动而引起的。这种影响在上表层 40 cm 内起作用。

2.2.2 新淤地土壤表层养分水平分布特征 表 3 中表层养分是 0~ 15 cm 土层的结果。从表 3 可看出,淤积使上部土壤有机质、碱解氮、速效钾的含量明显高于下部和中部,中部和下部除速效钾差别较大外,其余均无明显差别;全氮从上部至下部有降低的趋势;全磷、全钾在上部、中部、下部之间差别不明显。从养分供应能力考虑,在洪淤地管理方面应重视中部和下部的施肥措施,特别是增施有机肥和氮肥。

表 3 新淤地土壤表层养分水平分布

Tab.3 The horizontal distribution of topsoil nutrients in new silt soil							
淤积部位 Warping irrigation position	有机质/(g/kg) Soil organic matter	碱解氮/(mg/kg) Alkali- hydrolyzable nitrogen	速效磷/(mg/kg) Rapidly available phosphor	速效钾/(mg/kg) Rapidly available potassium	全氮/(g/kg) Total nitrogen	全磷/(g/kg) Total phosphor	全钾/(g/kg) Total potassium
上部 Upper reaches	4.62	34.46	5.06	470.59	0.39	0.63	3.41
中部 Middle reaches	3.54	18.99	5.75	382.91	0.35	0.58	3.29
下部 Lower reaches	3.58	19.80	6.56	227.01	0.30	0.66	3.81

表 4 淤后耕地养分的空间分布

Tab.4 Nutrients space distribute in silted flth										
样点 Sample order	深度/cm Depth	层次特征 Profile layer character	有机质/(g/kg) Soil organic matter	碱解氮/(mg/kg) Alkali- hydrolyzable nitrogen	速效磷/(mg/kg) Rapidly available phosphor	速效钾/(mg/kg) Rapidly available potassium	全氮/(g/kg) Whole nitrogen	全磷/(g/kg) Whole phosphor	全钾/(g/kg) Whole potassium	
D	0~ 20	疏松耕作层	2.63	13.88	5.63	214.98	0.309	0.626	5.165	
	20~ 40	黏重层	2.40	20.52	4.15	182.80	0.252	0.619	4.256	
	40~ 55	沙壤层	1.03	16.82	4.09	125.78	0.139	0.577	4.318	
	55~ 75	黏重层	3.93	24.53	4.66	326.71	0.568	0.567	3.366	
	75~ 85	轻黏层	2.06	13.37	4.02	230.57	0.390	0.640	4.638	
	85~ 100	沙层	1.39	7.58	2.92	155.58	0.349	0.537	3.528	
E	0~ 10	疏松耕作层	3.31	21.37	2.95	279.23	0.352	0.626	3.515	
	10~ 20	黏重层	4.34	23.59	7.27	262.95	0.385	0.731	3.419	
	20~ 35	沙壤层	1.73	9.73	3.29	107.45	0.203	0.581	3.979	
	35~ 50	黏重层	4.79	62.29	3.90	254.30	0.609	0.618	3.898	
	50~ 60	轻黏层	1.76	50.34	2.07	143.55	0.185	0.596	4.088	
	60~ 100	沙层	1.15	19.77	3.65	144.77	0.173	0.418	3.674	
黏重层和轻黏层平均 Mean value of day and light day layer			3.21	32.44	4.35	233.48	0.398	0.628	3.944	
疏松耕作层平均 Mean value of lose cultivated layer			2.97	17.63	4.29	247.11	0.331	0.626	4.340	
沙壤层和沙层平均 Mean value of sandy loam and sandy layer			1.33	13.48	3.49	133.39	0.216	0.528	3.875	

2.3 淤后耕地养分分布特征

土壤质地剖面排列的特点对潜在肥力、水分条件、可溶性养分移动等有明显的影响<sup>[9]</sup>。淤后耕种 2 年的土壤剖面具有明显的分层特征,表层为疏松的耕作层,耕作层以下为黏重层—砂壤层交替层。剖面分层厚度不均匀,这与降雨、产流和淤地水流特

征有关。每次洪水灌溉粗颗粒首先沉降,细颗粒最后沉降,因此呈粘层(或轻黏层)、砂壤层交替出现的现象。黏层在上,砂壤层在下。选取淤后耕地的 2 个典型剖面样点对其养分的垂直分布作分析,数据列于表 4。

从 2 个剖面样点的养分垂直分布来看,都有共

同的特征,有机质、全氮、碱解氮、速效磷、速效钾含量明显与质地层次相关,即质地加重含量提高,质地变轻含量降低,波动起伏较大;全磷含量与质地层次也有相似的变化规律,但波动幅度较小;全钾的分布规律恰好和上述养分分布规律相反,质地较轻的层次含量高(轻黏、沙壤),质地重的层次反而低(黏重),但质地过轻含量也降低(沙层),这说明淤积物先后沉积的物质中的养分是有差别的。

分别将淤后耕地中土壤剖面中黏重层和轻黏层、不同沙层各养分含量平均(表 4)。由表 4 可以看出,有机质、全氮、碱解氮、速效磷的含量具有相同的规律,即黏重层>疏松耕作层>沙层,随质地变轻含量减少;全磷沙层含量最低,黏重层和耕作层无明显区别;全钾和速效钾含量是疏松耕作层>黏重层>沙壤层,质地过轻和过重都会使钾的含量降低。

### 3 结论

引洪灌溉改良后的新淤地土壤和淤后耕地土壤的表层有机质、全氮、全磷、速效养分含量均明显高于未改良的风沙地的养分含量。

新淤地养分在剖面的垂直分布具有“高-低-高-低”的规律性变化,这种分布特征与洪水泥沙表层淤积和下渗洪水携带黏粒和养分移动有关,这种影响在上表层 40 cm 内起作用。新淤地表层养分含量的水平分布基本上是呈现上部>中部>下部,这种差异在速效养分上表现的明显,而全量养分差别不明显。

淤后耕种 2 年的土壤剖面具有明显的质地分层特征,养分呈现随质地加重含量提高、质地变轻含量降低的波动变化特点;但全钾的分布却为质地较轻的层次含量高(轻黏、沙壤),质地过重(黏重)和过轻(沙层)的层次反而低。

### 参考文献:

- [1] 姬宝霖,吕忠义,申向东,等.内蒙古达拉特旗十大孔兑综合治理方案研究[J].人民黄河,2004,26(1):31-32.
- [2] 赵昕,王岗,韩学士.内蒙古十大孔兑水土流失危害及治理对策[J].中国水土保持,2001(3):4-6.
- [3] 郑宝明,王晓,田永宏,等.淤地坝试验研究与实践

[M].郑州:黄河水利出版社,2003:7-8.

- [4] 毕银丽,王百群,郭胜利,等.黄土丘陵区坝地系统土壤养分特征及其与侵蚀环境的关系-坝地土壤的理化性状及其数值分析[J].土壤侵蚀与水土保持学报,1997,3(3):1-9.
- [5] 包耀贤,吴发启,谭红朝.坝地土壤养分分布特征研究[J].水土保持通报,2005,25(2):12-15.
- [6] 刘启文.引洪淤灌工程设计方法及其灌水技术[J].内蒙古农业科技,2000(5):36-37.
- [7] 吕贻忠,李保国,胡克林,等.鄂尔多斯不同地形下土壤养分的空间变异[J].土壤与环境,2002,11(1):32-37.
- [8] 孙克刚,张学斌,吴政卿,等.长期施肥对不同类型土壤中作物产量及土壤剖面硝态氮累积的影响[J].华北农学报,2001,16(3):105-109.
- [9] 王国梁,刘国彬,许明祥.黄土丘陵区纸坊沟流域植被恢复的土壤养分效应[J].水土保持通报,2002,22(1):1-5.
- [10] Alberts E E, Sponer R G. Dissolved nitrogen and phosphorus in runoff from watersheds in conservation and conventional tillage[J]. Soil and Water Conservation, 1985(40):153-157.
- [11] Wang Jun, Fu Bojie, Qiu Yang, et al. Soil nutrients in relation to land use and landscape position in the semi-arid small catchment on the loess plateau in China[J]. Journal of Arid Environments, 2001, 48(4):537-550.
- [12] 武继承,王志和,何方,等.不同技术措施对降水利用和土壤养分的影响[J].华北农学报,2005,20(6):73-76.
- [13] 刘秉正,李光录,吴发启,等.黄土高原南部土壤养分流失规律[J].水土保持学报,1995,9(2):77-86.
- [14] 妥德宝,段玉,赵佩义,等.土壤养分状况系统评价法及其在内蒙古旱作农业上的应用[J].内蒙古农业科技,2006(6):9-10.
- [15] 张咏梅,柳昱.内蒙古耕地土壤养分变化趋势及预测[J].内蒙古农业科技,2004(6):45-46.
- [16] 戴庆林,杨文耀.采用近根区土壤有效磷含量调控施磷的初步研究[J].内蒙古农业科技,1994(5):19-21.
- [17] 李梁.麦田土壤碱解氮、速效磷丰缺指标和经济施用氮磷钾的研究[J].内蒙古农业科技,1997(土壤肥料专辑):22-23,29.
- [18] 习振光.公乌素引洪灌区效益分析[J].内蒙古农业大学学报,2003,24(12):102-103.