

土壤污染防治

DOI 10.12030/j.cjee.201711093 中图分类号 X53 文献标识码 A

徐瑾, 王伟. 拉萨污水处理厂污泥对沙化土壤改良效果 [J]. 环境工程学报, 2018, 12(6): 1743-1748.

XU Jin, WANG Wei. Amelioration effect of Lhasa sewage sludge on local desertification soil [J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2018, 12(6): 1743-1748.

拉萨污水处理厂污泥对沙化土壤改良效果

徐瑾, 王伟*

西藏农牧学院资源与环境学院, 林芝 860000

第一作者: 徐瑾 (1985—), 男, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 水污染控制. E-mail: xurin123@163.com

* 通信作者, E-mail: wwxmmq@163.com

摘要 以西藏雅鲁藏布江流域沙化土壤为研究对象, 采用拉萨污水处理厂脱水污泥进行添加处理, 测定了不同污泥掺混量下土壤基本理化性质变化趋势, 并与当地农田、草地生态系统土壤进行了比较。结果表明: 随着污泥掺混量的增加, 沙化土壤的孔隙度逐渐提升 ($P < 0.001$), 土壤密度及容重逐渐降低, 在掺混量大于 10% 时, 改良效果趋于减缓; 土壤氮、磷、有机质含量呈增加趋势, 在掺混量为 10%~15% 时与对照土壤氮、磷含量相近, 在掺混量为 20%~30% 时, 有机质含量与对照相近; 土壤最大持水量呈增加趋势, 在掺混量为 5%~10% 时即与对照土壤相近; 拉萨污水处理厂污泥重金属含量远低于国家农田土壤标准, 且含有一定的植物生长必需元素, 是一种理想的沙化土壤改良剂。

关键词 拉萨污水处理厂; 城市污泥; 沙化土改良; 重金属含量

沙漠化是最主要的土地退化类型之一, 也是影响全球生态和社会经济最严重的问题^[1]。西藏自治区沙化土地位居我国第 3 位, 仅次于新疆与内蒙古, 2014 年约为 21.58 万 km², 主要分布于雅鲁藏布江流域。同时, 雅鲁藏布江中部流域是西藏社会经济发展的中心, 由于地表沙物质丰富、气候干冷多风、植被稀疏低矮等, 是遭受风沙灾害影响最严重的区域^[2]。长期以来, 沙化土壤生态系统特征及治理均是研究的重点, 主要包括风沙化土壤演变及趋势^[3-4], 雅江沙地土壤特性研究^[5], 干旱沙地物种分布格局^[6-7], 沙地植物抗旱性研究及筛选培育^[8-9]等。自 2008 年起, 西藏生态安全屏障保护与建设工程开始实施, 西藏高原生态系统防风固沙量显著好转, 沙化土地面积呈下降趋势^[10]。

由于沙化土壤对水分的保持能力低^[11], 使得有限的降水无法得到充分利用。提高沙化土壤保水能力是沙化土壤治理的研究重点之一, 包括秸秆还田、有机物料覆盖、凋落物返还、添加粉煤灰、聚丙烯酰胺及其复合材料、黏土、有机肥、腐植酸等天然有机肥料^[12-18]。利用城市污泥改良沙化土壤也是常见的技术之一, 于坤等^[19]研究表明城市污泥能迅速有效地提高沙化土壤最大持水量、保水性以及有机质含量, 从而防治沙化土壤水土流失, 能极大地促进植物的生长与生态的恢复; 李霞等^[20]研究也指出, 污泥添加可提高土壤中氮磷养分含量及沙化土壤质量, 利于植物对营养物质的吸收, 且合理施用并不会造成地下水污染。现阶段西藏的污水处理厂数量呈快速增加趋势, 城市污泥的合理处理对高原生态环境保护有着极为重要的意义, 而青藏高原城市污泥对沙化土壤的改良效果未见报道。本研究以雅江流域沙化土壤为研究对象, 采用拉萨市污水处理厂产生的脱水污泥进行添加处理, 以期量化城市污泥施用对沙漠化土壤改良效果, 同时为西藏地区城市污水处理厂污泥改良沙漠土壤工程应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

实验沙土于2017年4月取自西藏地区林芝市雅鲁藏布江流域(29°39'56" N, 94°20'35" E)沿岸荒漠化区0~20 cm土层, 污泥取自拉萨市污水处理厂污泥离心脱水车间。样品取回后存放于4 °C冰箱内, 及时测定污泥基础理化性质, 样品分析方法参照CJ/T 221-2005中的方法^[21]。依次测定样品含水率、pH、有机质、总氮、总磷、总钾; 沙化土壤样品自然风干研碎, 过100目筛后测定基础理化性质, 土壤理化分析参照土壤农化分析中的方法^[22], 碱性 $K_2S_2O_8$ 消解紫外分光光度法测污泥中总氮含量; 钼锑抗比色法测污泥中的总磷含量; 重量法测污泥含水率; 电极法测pH; $K_2Cr_2O_7$ 容量法测有机质总量; 火焰原子吸收分光光度法测总钾含量; 土壤密度、土壤容重、孔隙度采用环刀-重量法。污泥及沙化土壤基础理化性质见表1。

表1 拉萨污水处理厂污泥基础理化性质
Table 1 Physico-chemical properties of sludge in Lhasa sewage treatment works

实验样品	含水率/%	pH	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	总磷/ (g·kg ⁻¹)	全钾/ (g·kg ⁻¹)	土粒密度/ (g·cm ⁻³)	土壤容重/ (g·cm ⁻³)	孔隙度/ (g·cm ⁻³)
沙土	4.87	7.5	1.01	6.36	0.04	1.87	2.66	1.44	46
污泥	85.98	6.45	41.81	37.59	14.92	2.15	—	—	—

污泥重金属含量测定方法参照CJ/T 221-2005中的方法^[21], Fe、Mn测定方法参照土壤农化分析中的方法^[22], 重金属含量见表2。

表2 西藏污水处理厂污泥重金属含量
Table 2 Heavy metal content of sludge in sewage treatment works in Tibet

实验材料及标准	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Cr	Hg	Pb	Fe	Mn
拉萨污水处理厂污泥	0.09	1.33	70.16	未检出	未检出	0.88	未检出	0.06	0.43	9.68
酸性土壤标准 ^[23]	100	250	500	75	5	600	5	300	无	无

1.2 方法

本实验将离心脱水污泥直接作为土壤改良剂和肥料与沙土充分掺混, 使掺杂后土壤中污泥(湿重计)含量分别为5%、10%、15%、20%、30%、40%。掺混均匀后放入500 mL烧杯中静置1周, 随后取掺混土壤采用环刀法测定最大持水量(以掺混土干重计)、土粒密度、土壤容重、营养元素等相关指标^[22], 为与正常耕作土壤对比, 分别以校园内的草坪土壤、农田土壤、草地3种不同土壤作为对照组, 与上述实验平行进行。文中所有数据均为3组平行重复测定的平均值。

1.3 主要仪器与分析方法

土壤基础理化性质分析方法参照CJ/T 221-2005与土壤农化分析中的方法^[21-22]。取1 g泥样分别放入聚四氟乙烯烧杯中加水润湿, 加入王水20 mL盖好盖子。在电热板加热1 h(120 °C)取下稍冷, 加入高氯酸10 mL逐渐升温至150 °C, 加热至冒浓厚烟, 残余1 mL左右, 取下稍冷; 再加入氢氟酸10 mL, 于120 °C加热至干, 取下冷却; 最后加入高氯酸2 mL, 继续加热至近干, 去除氢氟酸; 加入去离子水, 定容50 mL。用TAS-986F原子吸收分光光度计测定Cu、Ni、Zn、Pb、Cr、Cd、As等几种典型重金属离子。

主要仪器: SP-752型紫外可见分光光度计; 数字式酸度计(pHS-25); BPG-9070A博讯电热鼓风干燥箱; YX-HF马弗炉; TAS-986F原子吸收分光光度计。

1.4 数据统计与分析

利用Excel 2010统计数据并绘制图表, 利用SPSS19.0进行相关性分析。

2 结果与讨论

2.1 污泥掺混对沙土物理性质的影响

由图 1 可以看出, 随着污泥添加量的提升, 改良沙土密度逐步降低, 由 $2.66 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 降低到 $2.2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 污泥投加量高于 10% 时降低效果更为明显; 污泥容重逐渐下降, 由 $1.44 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 降低到 $0.8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 污泥投加量低于 10% 时更加明显; 孔隙度逐渐增加, 由 46% 增加到 64%。改良沙土土粒密度、土壤容重、孔隙度与污泥投加量均呈显著相关 ($P < 0.001$)。

2.2 污泥掺混对沙地土壤养分含量的影响

实验所有污泥总氮含量是沙土含量的 6 倍左右, 总磷含量为沙土的 350 倍, 有机质含量为沙土的 40 倍, 是理想的退化土壤养分补充源。由表 3 可以看出, 随着污泥添加量的增加, 沙地土壤氮、磷、钾及有机质均呈明显上升趋势, 总氮含量由 $6.36 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 增加到 $16.4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 总磷含量由 $0.04 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 增加到 $1.77 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 总钾含量变化不大, 有机质含量由 $1.0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 增加到 $57.3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。同时可以看出, 校园内自然土壤、农田土壤、草地土壤总氮含量分别为 12.0 、 11.7 、 $12.1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 总磷含量分别为 0.79 、 1.09 、 $0.75 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 有机质含量分别为 26.4 、 21.4 、 $34.9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 掺混量为 15%~20% 的改良沙土总氮、总磷含量与 3 种对比土壤含量相近, 掺混量为 20%~30% 时, 有机质含量与 3 种对比土壤相近。

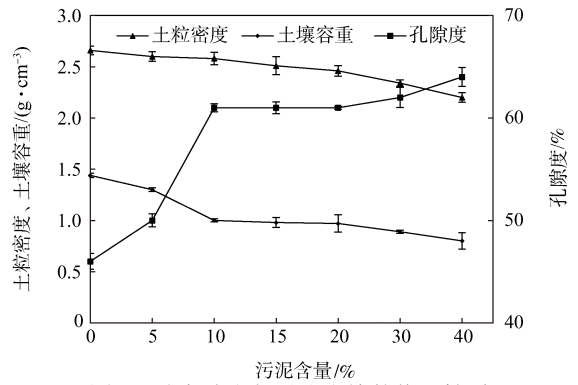


图 1 改良沙土与对比土壤的物理性质
Fig. 1 Physico-chemical properties of ameliorated soil and control soil

表 3 污泥添加对土壤基础养分的影响

Table 3 Effects of sludge addition on soil basic nutrient

$\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$

基础养分	0% 掺混量	5% 掺混量	10% 掺混量	15% 掺混量	20% 掺混量
总氮	$6.4 \pm 0.2a$	$8.1 \pm 0.3b$	$9.7 \pm 0.2c$	$10.9 \pm 0.3d$	$12.8 \pm 0.2e$
总磷	$0.04 \pm 0.01a$	$0.33 \pm 0.02b$	$0.56 \pm 0.01c$	$0.72 \pm 0.02d$	$0.85 \pm 0.02e$
全钾	$1.87 \pm 0.05a$	$1.87 \pm 0.16a$	$1.87 \pm 0.09a$	$1.88 \pm 0.07a$	$1.88 \pm 0.04a$
有机质	$1.01 \pm 0.1a$	$5.03 \pm 0.23b$	$11.1 \pm 0.4c$	$15.1 \pm 0.3d$	$21.0 \pm 1.10e$
基础养分	30% 掺混量	40% 掺混量	校园土	农田土壤	草地
总氮	$15.2 \pm 0.2f$	$16.4 \pm 0.9g$	$11.7 \pm 0.1d$	$12.0 \pm 0.1de$	$12.1 \pm 0.4e$
总磷	$1.21 \pm 0.03g$	$1.77 \pm 0.02h$	$0.79 \pm 0.02de$	$1.09 \pm 0.04f$	$0.75 \pm 0.03d$
全钾	$1.88 \pm 0.12a$	$1.89 \pm 0.08a$	$4.52 \pm 0.16b$	$6.24 \pm 0.11c$	$4.13 \pm 0.17b$
有机质	$38.20 \pm 1.0g$	$57.3 \pm 2.0i$	$26.4 \pm 0.9f$	$21.4 \pm 0.8e$	$34.9 \pm 0.7g$

注: 每一行的相同字母表示差异不显著, $P > 0.05$ 。

2.3 污泥掺混量对沙土土壤最大持水量的影响

本研究中土壤最大持水量以土壤最大含水量与土壤干重之比^[22]进行计算。由图 2 可知, 随着污泥掺混量的增加, 混合沙土最大持水量呈明显上升趋势, 由 48% 上升到 75%, 表明污泥添加对沙土最大持水量有明显的促进效果。校园草坪土壤、农田土壤和草地土壤最大持水量分别为 51%、50% 和 52%, 当污泥掺混量为 5%~10% 之间时, 混合沙土最大持水量为 50%~53%, 与当地主要生态类型土壤相近。

3 讨论

黄殿南等^[24] 研究结果表明, 污泥掺杂量与改良沙土的密度、容重、孔隙度均呈显著相关关系, 随着污泥添加量的增加, 改良沙土密度及容重均呈降低趋势, 孔隙度呈增加趋势, 本研究结果与之相近; 其原因是污泥中含有大量有机物, 污泥密度小于沙土土粒密度, 随着改良沙土中污泥量的增

加,土粒密度逐渐减小。污泥与沙土掺混后,污泥的掺入使得沙土中有机质和黏粒含量增加,改善了土壤状况,使得土壤颗粒胶结,形成了较大的团聚体,进而使沙土孔隙度增大,容重降低^[25]。本研究还表明,当污泥添加量大于10%时,污泥添加对土壤容重及孔隙度影响趋于减缓,可能原因为污泥掺混沙土形成的团聚体稳定性较弱,随着污泥施用量的增加,土壤团聚体增加,下层团聚体受到上层土壤的重力挤压而坍塌,导致孔隙度增加趋势减缓。校园草坪土壤、农田土壤、草地土壤容重分别为1.02、1.10、1.01 g·cm⁻³,孔隙度分别为46%、52%、52%,当污泥施用量在5%~10%之间时,改良沙土容重及孔隙度即可达到该水平。

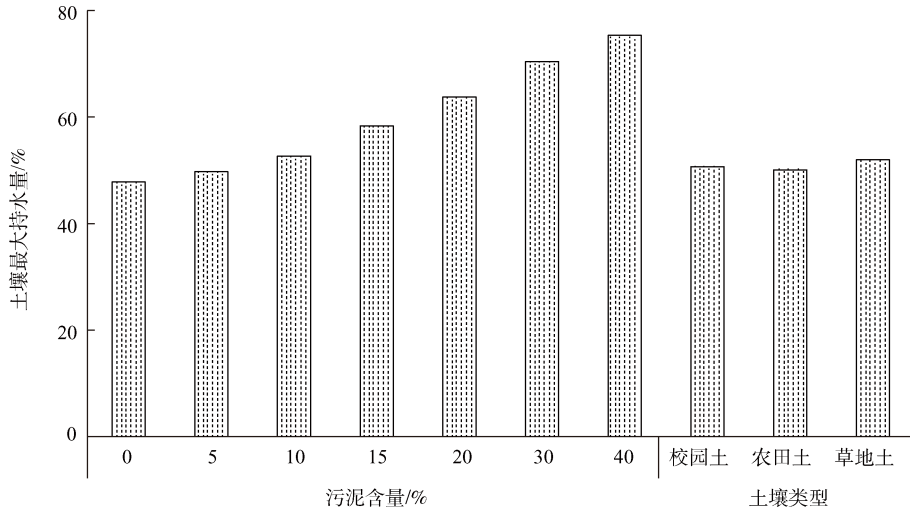


图2 污泥添加对土壤最大持水量的影响

Fig. 2 Effect in soil maximum water holding capacity with addition of sludge

污泥中富含氮、磷和植物必需的微量元素,使污泥成为一种极具潜力的肥料^[26];同时富含的有机物和聚丙烯酰胺等药剂,也是一种极具潜力的土壤改良剂^[27]。本研究表明,污泥施用会明显促进土壤中氮、磷及有机质含量的增加,与黄殿南等^[24]及于坤等^[19]研究结果一致。其原因可能为污泥中氮磷含量均较高,远高于沙地土壤氮磷含量,混合后对土壤氮磷的补充较为明显。同时,本研究还表明,在污泥混合量为10%~15%时,改良沙土氮磷含量与当地农田及草地土壤氮磷含量相近。而由于污泥中总钾含量不高,对改良土壤钾的补充效果不理想。有机质含量是影响土壤持水能力的重要因素^[28],本研究结果表明,随着污泥掺混量的增加,土壤最大持水量明显增加。值得注意的是,当污泥添加量为20%~30%时,改良土壤有机质含量与农田及草地土壤相近,但是污泥添加量仅为5%~10%时,土壤最大持水量即与当地农田草地相近,可能原因为污泥添加量为5%~10%时,土壤容重及孔隙度即与对照相近,同时污泥中含有一定量的高分子聚合物,也对改良沙土保水能力也有一定的贡献。

污泥重金属是制约污泥土壤化利用的限制性因素之一^[29-30],污泥中重金属可能对人类和生态造成潜在影响^[31],污泥中重金属的定量分析测定长期以来备受关注,几乎所有中大型城市都有相关研究报道^[32-36],全国城市污泥重金属均值Cr为78 mg·kg⁻¹,Pb含量为35 mg·kg⁻¹^[37],由表2可以看出,拉萨污水处理厂所产生的污泥重金属含量远低于国家土壤标准。重金属Cr、Pb分别为0.88、0.06 mg·kg⁻¹,约为国家农用土壤标准的0.1%与0.02%,Cd、As、Hg等均为未检出。同时污泥中还含有丰富的植物生长必需元素Ni、Cu、Zn、Fe、Mn,含量分别为0.09、1.33、70.16、0.43、9.68 mg·kg⁻¹,可能在一定深度上会促进沙化土壤植物生长。

4 结论

1) 污泥添加对雅江流域沙质土物理性质有明显的改良效果,土粒密度、容重降低,土壤孔隙度增加,当污泥掺混量大于10%时,土壤容重降低呈减缓趋势。

2) 污泥添加可以显著增加沙化土壤的基础养分,掺混量为15%~20%时,土壤氮磷养分与当地农田、草地土壤相近,掺混量为20%~30%时,土壤有机质含量与当地农田草地相近。

3) 随着污泥掺混量的增加,土壤最大含水量呈明显增加趋势,掺混量为5%~10%时,土壤最大持水量即与当地农田草地、土壤相近。

4) 拉萨污水处理厂污泥重金属含量极低,同时含有植物生长必需的微量元素,是理想的雅江流域沙化土壤改良剂。

参考文献

- [1] 蔡立群,罗珠珠,张仁陟,等.不同耕作措施对旱地农田土壤水分保持及入渗性能的影响研究[J].中国沙漠,2012,32(5):1362-1368.
- [2] SHEN W, LI H, SUN M, et al. Dynamics of aeolian sandy land in the Yarlung Zangbo River basin of Tibet, China from 1975 to 2008[J]. *Global & Planetary Change*,2012,86-87(4):37-44. DOI:10.1016/j.gloplacha.2012.01.012.
- [3] 吴海锋,鹿化煜,张瀚之,等.雅鲁藏布江中游12 ka BP前后的黄土堆积及其气候意义[J].中国沙漠,2016,36(3):616-622.
- [4] 孙明,沈渭寿,李海东,等.雅鲁藏布江源区风沙化土地演变趋势[J].自然资源学报,2010,25(7):1163-1171.
- [5] 李海东,沈渭寿,林乃峰,等.雅鲁藏布江中游河岸交错带沙地土壤水分的空间异质性[J].农业工程学报,2012,28(6):150-155.
- [6] 王国严,方江平,许新勇,等.雅鲁藏布江中游干旱沙地砂生槐种群结构与点格局分析[J].中国沙漠,2010,30(5):1092-1098.
- [7] 李海东,沈渭寿,方颖,等.雅鲁藏布江中游河岸带几种主要沙生植物种群点格局分析[J].植物生态学报,2011,35(8):834-843.
- [8] 张艳福,姚卫杰,郭其强,等.干旱胁迫对砂生槐种子萌发和幼苗生长的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2015,43(10):45-56.
- [9] 刘志民.西藏日喀则固沙植物引种的比较研究[J].中国沙漠,1996,16(3):326-330.
- [10] 王小丹,程根伟,赵涛,等.西藏生态安全屏障保护与建设成效评估[J].中国科学院院刊,2017,32(1):29-34.
- [11] ANDRY H, YAMAMOTO T, IRIE T, et al. Water retention, hydraulic conductivity of hydrophilic polymers in sandy soil as affected by temperature and water quality[J]. *Journal of Hydrology*,2009,373(1/2):177-183. DOI:10.1016/j.jhydrol.2009.04.020.
- [12] 曹丽花,赵世伟,梁向锋,等.PAM对黄土高原主要土壤类型水稳性团聚体的改良效果及机理研究[J].农业工程学报,2008,24(1):45-49.
- [13] 孙荣国,韦武思,王定勇.秸秆-膨润土-PAM改良材料对砂质土壤饱和导水率的影响[J].农业工程学报,2011,27(1):89-93.
- [14] 赵亮,唐泽军,刘芳.粉煤灰改良沙质土壤水分物理性质的室内实验[J].环境科学学报,2009,29(9):1951-1957.
- [15] GRH A, VALONE T J. Reversal of desertification: The role of physical and chemical soil properties[J]. *Journal of Arid Environments*, 2010,74(8):973-977. DOI:10.1016/j.jaridenv.2009.12.005.
- [16] CELIK I, ORTAS I, KILIC S. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerertsoil[J]. *Soil & Tillage Research*,2004,78(1):59-67. DOI:10.1016/j.still.2004.02.012.
- [17] 沙金龙,李健,李志刚.添加杨柳树枝对沙化土壤有机碳、含水量及微生物活性的影响[J].草业科学,2013,30(9):1308-1312.
- [18] 宋明元,吕贻忠,李丽君,等.土壤综合改良措施对科尔沁风沙土保水保肥能力的影响[J].干旱区研究,2016,33(6):1345-1350.
- [19] 于坤,韦良焕,木合塔尔·艾买提,等.配施城市污泥改良沙化土壤研究初探[J].喀什师范学院学报(汉文版),2015,36(6):49-52.
- [20] 李霞,李法云,荣湘民,等.城市污泥改良沙地土壤过程中氮磷的淋溶特征与风险分析[J].水土保持学报,2013,27(4):93-97.

- [21] 中华人民共和国住建部. 城市污水处理厂污泥检验方法: CJ/T 221-2005 [S]. 2006.
- [22] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京:中国农业出版社,2008.
- [23] 中华人民共和国城乡建设环境保护部. 农用污泥中污染物控制标准: GB 4284-84 [S]. 1984.
- [24] 黄殿男, 谭杰, 傅金祥, 等. 城市污水处理厂污泥对沙漠化土壤的改良效果 [J]. 水土保持学报, 2017, 31(1): 323-327.
- [25] 张晓霞, 杨宗儒, 查同刚, 等. 晋西黄土区退耕还林 22 年后林地土壤物理性质的变化 [J]. 生态学报, 2017, 37(2): 1-9.
- [26] 李东洁, 刘树庆, 李鹏, 等. 高肥料投入条件下不同污泥用量对油菜生长及品质的影响 [J]. 农业环境科学学报, 2013, 32(9): 1752-1757.
- [27] 李霞. 城市污泥在科尔沁沙地土壤改良中的应用及风险分析 [D]. 长沙:湖南农业大学, 2013.
- [28] 刘纯甫. 脱水污泥对盐碱化土壤改良效果及污染物分析 [D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2012.
- [29] KARVELAS M, KATSOYIANNIS A, SAMARA C. Occurrence and fate of heavy metals in the wastewater treatment process [J]. *Chemosphere*, 2003, 53(10): 1201-1210. DOI:10.1016/S0045-6535(03)00591-5.
- [30] ZUFIAURRE R, OLIVAR A, CHAMORRO P, et al. Speciation of metals in sewage sludge for agricultural uses [J]. *Analyst*, 1998, 123(2): 255-259. DOI:10.1039/A705168I.
- [31] 周立祥, 胡霭堂. 城市污泥土地利用研究 [J]. 生态学报, 1999, 19(2): 43-51.
- [32] 李海燕, 胡晓东, 吴启航, 等. 广州城市污泥中重金属的含量、排放通量及农用风险评价 [J]. 环境工程学报, 2015, 9(3): 1409-1416.
- [33] 兰州市城市污水处理厂污泥中重金属形态分布特征与潜在生态风险评价 [J]. 农业环境科学学报, 2010, 29(6): 1211-1216.
- [34] 赵幅平, 丁园, 史蓉蓉, 等. 南昌地区城市污水处理厂污泥性质分析 [J]. 南昌航空大学学报(自然科学版), 2013, 27(1): 47-52.
- [35] 明银安, 陶涛, 谢小青, 等. 厦门市污水处理厂污泥重金属含量分析 [J]. 武汉理工大学学报, 2008, 30(9): 68-71.
- [36] 刘亚纳, 郭旭明, 周鸣, 等. 洛阳城市污水处理厂污泥中重金属形态及潜在生态风险评价 [J]. 环境工程学报, 2017, 11(2): 1217-1222. DOI:10.12030/j.cjee.201509177.
- [37] 郭广慧, 陈同斌, 杨军, 等. 中国城市污泥重金属区域分布特征及变化趋势 [J]. 环境科学学报, 2014, 34(10): 2455-2461. DOI:10.13671/j.hjkxxb.2014.0619.

(本文责任编辑: 郑晓梅)

Amelioration effect of Lhasa sewage sludge on local desertification soil

XU Jin, WANG Wei*

College of Resource and Environment, Xizang Agriculture and Animal Husbandry College, Nyingchi 860000, China

Abstract The rational disposal of urban sludge is of great significance to the ecological environment protection in the Tibet plateau. In this study, sandy soils in the Brahmaputrain Tibet were selected and the different amounts of dewatering sludge in Lhasa sewage treatment plant were added, then soil physical and chemical properties were determined to confirm the change tendency of under different sludge mixing rates, and soils in local farmland and grassland were selected as control. Results showed that the porosity of desertified soil was gradually increased ($P < 0.001$) and the density of soil particles and soil bulk density were decreased ($P < 0.001$) gradually with the increase of sludge percentage. When the adding amount was more than 10%, the improvement effect tended to slow down. Soil nitrogen, phosphorus and organic matter showed an increasing trend. The contents of nitrogen and phosphorus in improved soil were closed to the comparative soil when the sludge amount was between 10% and 15%. When the sludge amount was between 20% and 30%, the organic matter content was closed to the control. Maximum water holding capacity in improved soil showed an increasing trend, which was close to the control soil when the mixing amount was among 5% and 10%. At the same time, this study also shows that the content of heavy metals in Lhasa sludge is much lower than the national farmland soil standards, and contains certain essential elements for plant growth, which is an ideal soil amendment for desertification.

Key words Lhasa sewage treatment plant; municipal sludge; sandy soil amelioration; heavy metal content