西安市污水污泥林地施用效果的研究

张天红 薛澄泽
(西北农业大学基础课部,陕西杨陵·712100)

摘 要 在杨树、泡桐和油松林地上施用不同量污泥一年后,供试树木在树高和地径的生长上随污泥施用量的增加而增加;土壤0～20cm的理化性质也起了有益的变化;土层100～120cm中硝态氮的含量均不大于30mg/kg,未引起地下水的污染;重金属均累积于土壤表层(0～20cm),未向下层迁移。

关键词 污泥,林地,生长响应,硝态氮,重金属
中图分类号 S714.8

污泥是污水处理厂生产的城市污水污泥。目前我国的污水处理率很低,现有污水处理厂的工艺合理程度也较低,但随着改革的深入,新的污水厂将不断建立,就会产生大量的污泥。污泥的处置与利用必然成为广泛重视的问题。

污泥处置方法中以土地利用最受国内外重视[1],其中林地利用不仅可以提供养分,缩短木材的生长循环,增加木材生产,而且林地利用避开了人的食物链;林区又远离人口密集区,所以在国外具有广泛的应用[2]。本试验的目的在于初步研究施用不同量污泥后树木的生长响应,污泥向土壤提供养分及土壤理化性质变化的情况,以及土层中硝态氮和重金属含量的变化,以探索将西安市污水污泥应用于林地的可能性。

1 材料与方法

1.1 材料

试验地设在陕西省长安县南五台省林研所试验站和长安县杜曲苗圃。供试树木为树龄1年生的杨树(*populus*)和泡桐(*paulownia fortunei*)苗圃苗、3年生和8年生的油松(*pinus tabulaeformis*,以下简称小油松和大油松)。

1.2 方法

试验设5个处理:CK(处理Ⅰ),干污泥2.25kg/m²(处理Ⅱ),干污泥4.50kg/m²(处理Ⅲ),干污泥6.75kg/m²(处理Ⅳ)和化肥(磷酸铵)0.07kg/m²(处理Ⅴ)。3个重复。污泥于1991年1月初施于土壤表面。

施用污泥后,定期采集0～20cm,50～70cm和100～120cm深度的土样,测定其硝态氮的含量。采用开始随机抽样以后定株观察法定期测量各试验地树木的树高和地径。1991年12月即施用污泥1年后,采集各试验地各处理的土样测定土壤的理化性质和重金属的变化。

全氮、速效氮、全磷、有机质和阳离子代换量等项目采用土壤农化常规分析方法:硝态

收稿日期:1993-02-18.

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

氮采用变色酸比色法；土壤容重用环刀法；持水量、孔隙度和100mL 土的膨胀体积采用铜盒法[3]；铬用二苯碳酰二肼比色法；镉、铅、铜和锌经王水—高氯酸消解后，用原子吸收分光光度法测定。所有数据均为3次分析的平均值，测定项目的全过程均采用分析质量控制。

2 结果与分析

2.1 施用污泥后树木的生长响应

施用污泥1年后，杨树、泡桐和小油松的树高和地径的生长均随污泥施用量的增加而增加，杨树树高的生长比 CK 增长了9.2%～41.2%，地径增加了5.6%～20.8%；其化肥处理的树高比 CK 增加了45.2%，比处理Ⅳ增加了9.8%，但地径的增加(18.9%)比处理Ⅳ减少了9.3%. 泡桐和油松的树高及地径的增长趋势与杨树一致。

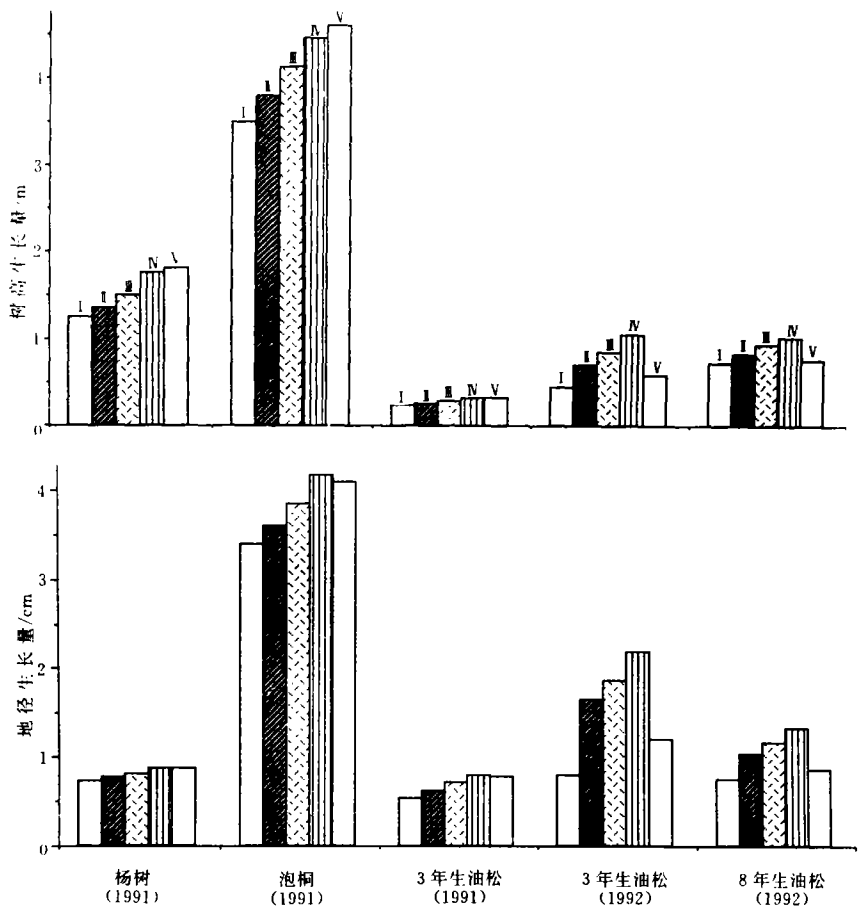

图1 施用污泥后树高和地径的生长量

对以上树高和地径的净生长量进行方差分析的结果表明：施用污泥1年后树种之间树高的生长差异达到极显著水平，各处理间的差异达显著水平；树种间的地径生长差异呈极显著水平，处理间的差异为显著水平。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

施用污泥1年半后，大、小油松的树高和地径的生长均随污泥施用量的增加而增大，化肥处理的增加量远远小于污泥处理。对其树高和地径的生长量进行方差分析表明：大、小油松之间，树高生长差异不显著，各处理间的差异达显著水平；大、小油松地径生长差异达到显著水平，各处理间无显著差异。

2.2　污泥利用对土壤理化性质的影响。

从表1可以看出：施用污泥1年后各试验地污泥处理的全氮、速效氮、全磷、有机质和阳离子代换量均比CK有所增加，化肥处理的各项含量则与CK相同或稍高。

表1　施用污泥1年后土壤0～20cm的养分状况

处理	杨树					小油松				
	全氮 (g/kg)	速效氮 (mg/kg)	全磷 (g/kg)	有机质 (g/kg)	CEC (cmol(+)/kg)	全氮 (g/kg)	速效氮 (mg/kg)	全磷 (g/kg)	有机质 (g/kg)	CEC (cmol(+)/kg)
Ⅰ	0.84	77	0.83	14.2	15.7	0.83	79	0.68	13.6	16.2
Ⅱ	0.94	114	0.95	17.3	17.9	0.93	98	0.75	16.5	18.6
Ⅲ	1.02	132	0.97	17.9	20.8	1.01	109	0.79	18.4	21.1
Ⅳ	1.06	150	1.01	18.8	24.1	1.08	112	0.82	20.1	24.5
Ⅴ	0.83	91	0.87	15.7	15.8	0.83	108	0.79	15.1	16.2

施用污泥1年后，测小油松林地0～20cm风干土的持水量、孔隙度和100mL土的膨胀体积，同时在施用污泥1年半后，用田间新鲜土测其各处理0～20cm容重，所得结果见表2。由2表可知：施用污泥1年半后，小油松林污泥处理的土壤容重比CK下降。施用污泥1年后，污泥处理的土壤持水量、孔隙度和100mL土的膨胀体积均比CK增大。化肥处理的各项含量均与CK相当。

表2　施用污泥1年和1年半后0～20cm土壤的物理性质

处理	容重* (Mg/m³)	持水量 (g/kg)	孔隙度 (%)	100mL土的膨胀体积 (mL)
Ⅰ	1.22	511	60.7	5.17
Ⅱ	1.20	519	61.9	6.05
Ⅲ	1.18	524	62.0	7.03
Ⅳ	1.17	527	62.8	7.45
Ⅴ	1.22	513	60.7	5.24

注：*为1年半后测定值，其余为1年后的测定值。

综上所述，施用污泥1年后，试验地土壤0～20cm中的全氮、速效氮、全磷、有机质及阳离子代换量的含量都明显增加，增加的量随试验污泥用量的增加而增大。方差分析的结果表明，各处理养分含量的差异达到极显著水平。同时施用污泥后，土壤的容重、持水量和孔隙度等物理性质也有一定程度的改善。由此可知：施用污泥1年以后，不仅是试验树种已在树高和地径的生长上表现出较好的响应，而且在土壤0～20cm中还存留了较多的养分，说明施用污泥具有一定的后效。

2.3　施用污泥1年内土层中硝态氮含量的变化

施用污泥第1年中，试验地0～20cm，50～70cm和100～120cm土层中硝态氮的变化趋势一致，且各处理的变化趋势也相似。随着土层深度的增加，硝态氮的含量下降(图2)。由图2可看出：在小油松地100～120cm土层中，污泥处理和化肥处理的硝态氮变化趋势相似，其硝态氮含量的最高峰在1991年6月出现，到10月有所回升；化肥处理的硝态氮含量最高为44.5mg/kg；3个污泥处理的硝态氮的最大值依次为13.2，20.8和26.1mg/kg。各处理的硝态氮含量先后在11月和12月下降到检测限以下。这一试验结果与国外有关的研究

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

结果相一致[4]。从图2还可以看出：污泥处理的土层100～120cm 深处的硝态氮含量的最大值都低于30mg/kg，符合世界卫生组织所规定的饮用水水质标准(40mg/kg)，说明本试验在第1年内未对地下水造成污染。

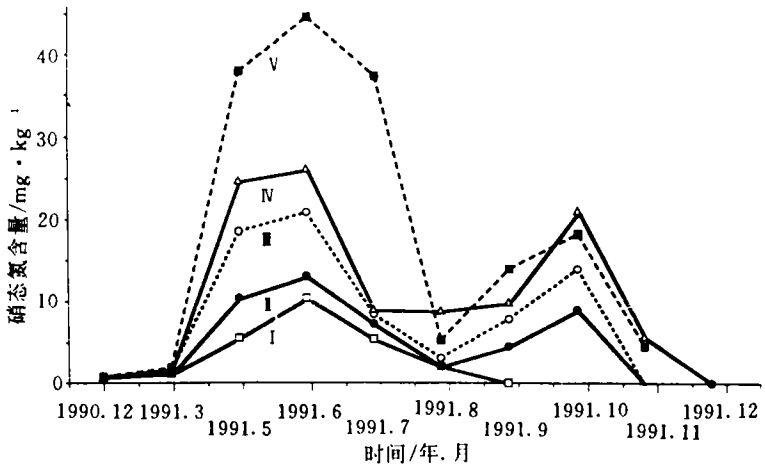

图2 施用污泥后第1年内小油松林地100～120cm 土层中硝态氮的含量

2.4 施用污泥对土壤中重金属含量的影响

由表3可知：施用污泥后，虽然土壤0～20cm 中镉、铬、铜、锌和铅的量都比 CK 和化肥处理有了较大的增加，但这几种重金属在20～40cm 和50～70cm 土层中的含量却未增加，说明本试验中，污泥加入土壤的重金属仅在表层累积，并未向下迁移，对地下水未造成危害。这与国外的同类研究结果相同[5]。

表3 施用污泥1年后杨树土壤中重金属的含量 μg/g

处 理	土 层(cm)	Cr	Cu	Zn	Pb	Cd
Ⅰ	0～20	67.5	25.5	74.4	24.5	0.06
	20～40	65.0	23.0	73.5	23.0	0.06
	50～70	65.0	20.0	72.8	20.3	0.05
Ⅱ	0～20	88.0	30.6	128.7	26.1	0.13
	20～40	65.0	24.0	74.0	23.0	0.06
	50～70	65.0	20.5	72.0	20.8	0.06
Ⅲ	0～20	106.0	33.9	142.0	27.7	0.17
	20～40	67.0	24.5	73.5	23.5	0.06
	50～70	65.0	20.0	72.8	21.3	0.06
Ⅳ	0～20	125.0	38.8	149.0	31.6	0.23
	20～40	67.0	24.5	74.5	23.5	0.07
	50～70	65.0	21.0	71.3	20.8	0.07
Ⅴ	0～20	67.5	25.5	74.4	24.5	0.06
	20～40	65.0	23.0	72.5	22.5	0.06
	50～70	65.0	20.5	70.3	20.3	0.04

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3 结 论

1)在本试验中,施用不同量污泥1年后,供试树木在树高和地径的生长上随施用量的增加而增加。

2)供试杨树和小油松地施用污泥1年后,土壤0～20cm 中的全氮、速效氮、全磷、有机质及阳离子代换量随污泥施用量的增加而增加。土壤容重下降,土壤持水量、孔隙度和100 mL 土的膨胀体积增大。

3)施用污泥后,土层中硝态氮的含量随着土层深度的增加而减小,且在100～120cm 土层中的硝态氮含量均不大于30mg/kg,说明在本试验的污泥用量下,第1年内未对地下水造成污染。

4)施用污泥1年后20～40cm 和50～70cm 土层中所测得重金属(镉、铜、铬、锌和铅)的含量与 CK 相比均未增大,说明其未向下层迁移。

参 考 文 献

1 薛栋森. 美国污水污泥的研究和利用概况. 国外农业环境保护,1991,(1):31～33

2 Cole D W,Henry C L,Schiess P et al. Forest systems. In:Page A L,Gleason Ⅱ T L,Smith J E et al(eds). Proceedings of the 1983 workshop on utilization of wastewater and sludge on land . Riverside:Univ of California,1983. 480

3 Wright C H. Soil analysis:A handbook of physical and chemicd methods (2nd edition). London:Thos Murby & Co,1939. 13～15

4 Vogt K,Edmonds R,Vogt D J. Nitrate leaching in soils after sludge application. In:Bledsoe C S. Municipal Sludge application to pacific northwest forest lands. Seattle:Univ of Washinton,1981. 59～66

5 Williams D E,Vlamis J,Pukite A H et al. Trace element accumulation,movement and distribution in the soil profile from massive application of sewage sludge. Soil Sci,1980,129:119～132

The Effects of Xian Sewage Sludge Applied to the Forest Lands

Zhang Tianhong　　Xue chengze

(*Department of Basic Course,Northwestern Agricultural University,Yangling Shaanxi*,712100)

Abstract　After the sludge applied to poplar(*populus*),paulownia(*paulownia fortunei*)and chinese pine(*pinus tabulaeformis*) in the forest lands for one year,the growth in height and ground diameter of the testing trees increased with a rise in the amount of sludge put;the physical and chemical behaviors in 0～20 cm soil layer had a beneficial change;the nitrate content between 100～120 cm soil layer was no less than 30 mg/kg without causing pollution to the underground water;and heavy metals accumulate in the 0-20 cm surface soil layer without migrating downward into deep soil layer.

Key words　sludge ,forest land,growth response,nitrate,heavy metal

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net