

# 疏浚底泥资源化利用的可行性研究

任云

南京市市政设计研究院有限责任公司

**摘要:** 本文以无锡东蠡湖和蠡河疏浚底泥为研究对象,探究其肥料资源化利用的可行性。研究表明底泥与农业废物复配可实现高温堆肥,将干化底泥直接掺混5%~10%的腐熟堆肥或蘑菇渣,可制成有机质含量为45~60g/kg,容重<1g/kg<sup>3</sup>且养分较丰富的园林用土。本文通过研究堆肥、与农业废弃物复配两种利用方式为疏浚底泥资源化利用的可行性提供了技术支撑。

**关键词:** 疏浚底泥;底泥特性;堆肥;资源化利用

## 一、引言 (Introduction)

底泥疏浚为主的内源污染治理是大湖污染治理方案中极其重要关键环节(吴美平和胡保安,2009)。

如何处理处置和利用疏浚底泥一直是业内热点问题。本文以无锡市东蠡湖和蠡河疏浚底泥为研究对象,结合当地实际需要,通过底泥与有机废弃物混合发酵堆肥试验、营养基质配比试验等方法

研究了疏浚底泥肥料资源化利用的途径,以期疏浚底泥的资源化利用提供科学依据。

## 二、材料与方法 (Materials and methods)

### 2.1 供试材料

试验用疏浚底泥采自无锡东蠡湖和蠡河,试验用蘑菇渣、牛粪、稻壳和木屑均取自南京农业大学江浦基地。供试原料基本性质见表1。

表1 供试原料的基本性质

Table 1 Physico-chemical properties of the primary material

项目	水分 (%)	有机质 (g/kg)	总 N (g/kg)	总 P (g/kg)	总 K (g/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	As (mg/kg)
东蠡湖底泥	73	29.23	1.88	1.20	11.70	284.52	83.86	0.11	43.40	1.33	20.2
蠡河底泥	61	23.52	1.08	0.89	11.6	438	213	0.09	46	1.34	25.3
蘑菇渣	15	361.79	16.51	2.60	17.47	71.88	13.27	0.23	*	6.04	*
牛粪	83	408.28	15.46	3.87	8.78	-	-	-	-	-	-
稻壳	5	467	7.74	1.31	1.82	-	-	-	-	-	-
木屑	12	820.45	13.25	1.28	1.35	55.26	4.32	-	27.55	-	-

注:表格中\*表示该项未检出,“-”表示没有进行测定。

### 2.2 试验设计

#### 2.2.1 堆肥设置

考虑到两底泥水分含量差异及配料的C/N比问题,本部分实验共设三个处理:

处理1:东蠡湖底泥60kg+锯末屑3kg+鲜牛粪6kg+稻糠13.5kg,该处理为“东蠡湖底泥堆肥”,分装两桶记为“东1”、“东2”处理。

处理2:蠡河底泥50kg+锯末屑3kg+鲜牛粪10kg+稻糠6kg,该处理为“蠡河底泥堆肥”,分装两桶记为“河1”、“河2”处理。

处理3:鲜牛粪63kg+干蘑菇渣10kg+稻糠4kg+锯末屑3.4kg,该处理为“牛粪堆肥”,装部分于桶中,其余放在室外进行堆肥,记为“牛1”、“牛2”处理。

将装有堆肥物料的50L桶不盖盖,桶口覆盖稻草,以自然通风同时又尽量避免热损失,以达到保温目的。每天定时(上午8:00,下午16:00)观测堆肥温度,同时记录气温。每隔3天人工翻堆一次,称重并观察堆肥的颜色、水分、气味的变化。

#### 2.2.2 营养基质配比设置

根据园林基质的基本要求和考虑到当地有大量蘑菇渣的特点,共设如下十个组合:

组合1:东蠡湖底泥(100%) 组合2:东蠡湖底泥(95%)+5%蘑菇渣

组合3:东蠡湖底泥(90%)+10%蘑菇渣 组合4:东蠡湖底泥(80%)+20%蘑菇渣

组合5:东蠡湖底泥(95%)+5%牛粪堆肥 组合6:东蠡湖底泥(90%)+10%牛粪堆肥

组合7:东蠡湖底泥(80%)+20%牛粪堆肥 组合8:东蠡湖底泥(70%)+30%牛粪堆肥

组合9:东蠡湖底泥堆肥 组合10:蠡河底泥堆肥

以上各配比均为干物质重量比,物料经过充分混合而成。在底泥与有机物料复配时未考虑蠡河底泥是因为蠡河底泥与东蠡湖底泥的基本组成相差不大,上述配比的效果也适用于蠡河底泥。

### 2.3 采样

堆肥开始时,即采样一次,堆肥结束后再采样一次。采回的样贮于4℃冰箱中,pH、水分、种子发芽指数(GI)、容重和饱和持水量用湿样测定,有机质,N、P、K及重金属风干后测定。混合后的基质每组各取三个平行样用于测定。

## 三、结果与讨论 (Results and Discussion)

### 3.1 堆肥结果分析

#### 3.1.1 温度

从图1可以看出,几个堆肥处理的温度都明显高于环境温度,说明堆肥能够顺利实现产热过程。第十天堆肥温度可达到50℃~61℃。每翻动一次通气,则温度下降,然后温度又再次上升,呈“锯齿”状波动,符合翻堆通风的堆肥温度变化规律。

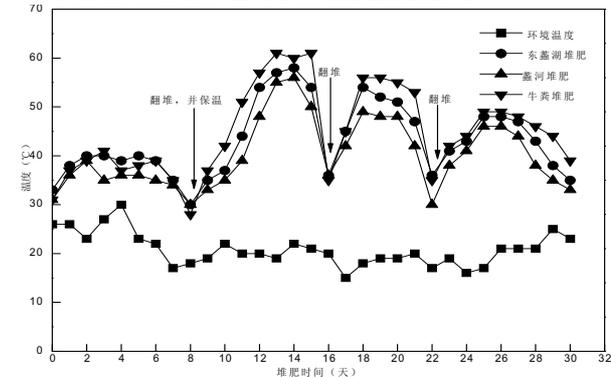


图1 不同处理堆肥过程中温度变化

Fig.1 Changes of the temperature during different composting

#### 3.1.2 C/N

随着堆肥的进行直到腐熟,氮含量有增加的趋势,堆肥的有机质含量应明显下降,C/N比也应明显下降。在本试验中也观测到这一明显变化(见表2),三个处理堆肥后有机质较处理前下降15~27%,C/N比较堆肥前下降27~30%,尤其是C/N比,三个处理

都是从堆肥前的 28~30 左右下降到堆肥后的 20 左右。许多研究指出,当堆料的 C/N 比从 25~35:1 下降至 20:1 或以下时,肥堆将达到稳定(张桥 2004)。这说明堆料腐熟过程已趋于稳定。

表 2 各处理堆肥中有机质及 C/N 比变化

Table 2 Changes in organic matter and C/N of different compost

堆肥处理	有机质含量变化			C/N 比变化		
	东蠡湖堆肥	蠡河堆肥	牛粪堆肥	东蠡湖堆肥	蠡河堆肥	牛粪堆肥
堆肥前 (g/kg)	145.1	59.11	454.1	28.9	29.3	27.6
堆肥后 (g/kg)	123.5	42.97	361.0	21.1	20.2	20.2
下降百分比 (%)	15.2	27.3	20.5	27.0	27.0	26.8

3.1.3 种子发芽指数 (GI)

本试验发芽指数除牛 2 处理除外均达到 60%以上,说明上述发酵产物已无植物毒性,完全可以采用上述方式进行发酵。具体采用何种配方,应依据当地有机废弃物来源和经济成本来考虑。

直接用底泥进行发芽指数测试,其发芽指数亦在 59%。说明底泥本身对植物无毒性为降低发酵成本和提高效率,可采用纯有机物料堆肥发酵,然后将其加入到底泥中混合而制成高营养的有机园林基质。

3.2 组合基质的基本性质

3.2.1 各基质的物理性质

表 3 各基质的物理性质

Table 3 Physical property of the different substrate

基质组合	容重 (g/kg <sup>3</sup> )	饱和持水量%	盐分含量 (g/kg)	pH 值
东蠡湖底泥	1.11 (0.014) a	47 (1.20) c	1.06 (0.032) i	7.50 (0.015) bc
组合 1 (+5%M)	1.09 (0.010) a	48 (1.45) c	1.63 (0.015) h	7.42 (0.005) cd
组合 2 (+10%M)	0.98 (0.012) b	49 (1.76) bc	2.34 (0.008) f	6.88 (0.026) f
组合 3 (+20%M)	0.82 (0.008) c	52 (1.45) ab	2.85 (0.007) d	7.01 (0.010) e
组合 4 (+5%牛)	0.99 (0.012) a	50 (0.33) bc	1.78 (0.018) g	7.32 (0.035) d
组合 5 (+10%牛)	0.98 (0.007) b	49 (2.02) bc	2.45 (0.026) e	7.58 (0.023) a
组合 6 (+20%牛)	0.76 (0.012) cd	52 (1.15) ab	3.51 (0.018) c	7.41 (0.020) cd
组合 7 (+30%牛)	0.71 (0.020) d	55 (1.45) ab	4.25 (0.015) b	7.53 (0.023) ab
东蠡湖底泥堆肥	0.40 (0.012) f	58 (0.33) a	4.82 (0.009) a	7.01 (0.026) e
蠡河底泥堆肥	0.61 (0.003) e	51 (0.67) bc	2.72 (0.018) e	7.47 (0.020) bc

注:表中各行数据为3次重复平均值,括号内数据为标准误差,同以列中有同一字母者表示差异不显著(p=0.05),下同。

3.2.2 各基质的养分含量分析

从总氮来看,所有添加有机物料的处理,全氮含量都基本上达到东北黑土(N, 2.56~6.95g·kg<sup>-1</sup>)的水平(黄昌勇, 2000)。从全磷来看,添加牛粪堆肥物料的各处理(组合4~组合7)全磷含量显著高于东蠡湖底泥,而添加蘑菇渣的处理(组合1~组合3)与东蠡

从表 3 可看出,所有与东蠡湖底泥容重有显著性差异的处理都小于一般土壤容重(1.0~1.5 g/cm<sup>3</sup>)(黄昌勇, 2000),符合园林绿化质轻的要求。从饱和持水量来看,随着有机物料的增多饱和持水量也增大,且有机物料添加量大于 10%的处理与东蠡湖底泥呈显著性差异。从盐分来看,随着有机物料的增多盐分增高,且各处理间差异显著。一般地,作为园林基质,容重越小,基质越轻;饱和持水量越高,则持水性能越好,盐分越低,对作物生长抑制性越小。综合各物理指标来看,在干化底泥中有机物料添加量在 5%~10%时适宜作物生长。

湖底泥差异性不显著(添加20%蘑菇渣外),这与牛粪含量磷高(3.87 g/kg)有关。从全钾来看,添加蘑菇渣的处理(组合1~组合3)含钾量均高于东蠡湖底泥,且添加量高(组合2,组合3)的处理显著高于东蠡湖底泥,这与蘑菇渣含钾量高(17.47 g/kg)有关。而其他处理含钾量显著低于东蠡湖底泥。从有机质来看,添加有机物料的处理都显著高于东蠡湖底泥。作为营养基质,养分越丰富越好,但根据有机物料的实际情况,其配比养分只要能满足作物生长即可。

表 4 各基质的养分状况

Table 4 Analyse of nutrient of different substrate

基质组合	氮 (g/kg)	磷 (g/kg)	钾 (g/kg)	有机质 (g/kg)
东蠡湖底泥	1.88 (0.032) j	1.20 (0.020) e	11.70 (0.032) e	39.23 (0.035) j
组合 1 (+5%M)	2.77 (0.018) g	1.28 (0.046) e	11.85 (0.035) bc	45.11 (0.046) i
组合 2 (+10%M)	3.34 (0.026) f	1.18 (0.038) e	12.49 (0.032) a	55.88 (0.015) f
组合 3 (+20%M)	4.51 (0.026) d	1.53 (0.017) cd	12.00 (0.026) b	102.3 (0.066) b
组合 4 (+5%牛)	2.61 (0.029) h	1.48 (0.026) d	9.31 (0.041) e	46.31 (0.061) h
组合 5 (+10%牛)	4.22 (0.046) e	1.50 (0.023) cd	11.19 (0.035) d	60.25 (0.040) e
组合 6 (+20%牛)	4.92 (0.020) c	1.77 (0.032) b	11.32 (0.038) d	93.14 (0.043) d
组合 7 (+30%牛)	5.61 (0.038) b	1.63 (0.026) bc	11.83 (0.040) bc	101.0 (0.107) c
东蠡湖底泥堆肥	6.12 (0.049) a	2.37 (0.020) a	7.55 (0.040) f	142.4 (0.049) a
蠡河底泥堆肥	2.41 (0.026) i	1.70 (0.029) b	9.20 (0.038) e	54.31 (0.055) g

3.2.3 各基质的重(类)金属含量分析

对照土壤环境质量标准(GB15618-1995)来看,所有处理中除 Cd 和东蠡湖底泥堆肥中 Zn 超标外,其余均在标准范围内。但对照农用污泥中污染物控制标准(GB4284-84)来看所有元素均未超标,对环境无安全性威胁。

四、结论 (Conclusions)

(1) 无论是东蠡湖还是蠡河底泥,有机质和氮磷养分相当于肥沃的菜园土的含量,盐分和 pH 范围均符合植物生长要求,两种底泥有害物质含量接近三级土壤标准,将东蠡湖和蠡河底泥作为肥料基质用于林地是完全可行的。

(2) 将底泥与有机废弃物混合堆肥,变成容重相对变小,质轻,有机质和养分丰富的基质,是一个可行途径,可直接在干化或半干化的底泥中直接掺混 5%~10%完全腐熟的堆肥或者直接掺混蘑菇渣,可制成有机质含量为 45~60g/kg,容重<1 g/kg<sup>3</sup>且养分较丰富的园林用土。

参考文献: (References)

[1]吴美平,胡保安. 2009. 环保疏浚底泥资源化技术研究进展[J]. 中国港湾建设, 159: 75-78  
[2]张桥,吴启堂,黄焕忠,等. 2004. 城市污泥与稻草堆肥的腐熟度指标研究[J]. 农业环境科学学报, 23 (4) 782-786  
[3]黄昌勇. 2000. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社.