

四种微型动物对污泥减量的比较

梁鹏 黄霞 钱易

(清华大学环境科学与工程系 环境模拟与污染控制国家重点实验室, 北京 100084)

微型动物通过摄食污泥并经过自身体内新陈代谢使得污泥中固态 C 转化为 CO_2 (气体) 和溶解性 TOC (液体), 达到减量污泥的目的 (从固态到液态以及气态的转变)。本文测量了四种微型动物摄食灭菌污泥后代谢产生的 CO_2 气体和溶解性 TOC 随时间的变化, 并计算得到四种微型动物减量污泥的程度。

1 前言

利用微型动物的捕食减量城市污水处理中产生的剩余污泥, 虽然减量程度有限、减量稳定性有待加强, 但由于能耗低、不产生二次污染, 作为一种生态工程技术受到关注。

当前有关利用微型动物减量污泥的研究主要集中在微型动物 (以蠕虫类为主) 减量污泥的实际应用上, 较为全面地比较污水处理中常见的微型动物对污泥减量程度的研究尚未见报道, 同时, 污水处理中常见的微型动物摄食速度等数据在水生生物学上也没有积累, 不能直接引用。从理论上研究微型动物对污泥减量程度并确定简便可行的测量方法, 有利于研究的深入和扩大微型动物种类在实际工程中的应用。

测量微型动物对污泥减量程度的困难在于体型较小的微型动物摄食量微小, 实验室现有的万分之一天平不能达到精确衡量的要求, 同时微型动物和污泥分离困难, 利用放射性元素进行示踪试验比较复杂, 本文从微型动物减量污泥原理出发, 提出简便可行的试验方法。

2 试验原理与试验方法

2.1 试验原理

所谓污泥减量, 从物质形态来看, 是将系统中的固态物质 (主要目的是污泥中的固态物质) 转化为气体和液体。如果从污泥中所占比例最大的 C 元素 (50%) 形态转变过程考察, 如图 1, 作为固态的活性污泥被微型动物摄食后, 一部分转化为微型动物个体 (固态的 C), 另一部分则由于微型动物排泄、呼吸作用, 形成溶解在水中的 C 和气态 CO_2 , 达到使得部分固体物质转变为液体和气体, 达到污泥减量的目的。

2.2 试验方法

试验中用于污泥减量的微型动物有: 寡毛纲环节动物中的红斑颤体虫和颤蚓、节肢动物门中的溞和软体动物门的卷贝, 这四种微型动物可以在水处理构筑物生存。通过气相色谱 GC-14C 测定封闭系统 (灭菌污泥+微型动物) 中的 CO_2 以及 TOC 仪测定水中 TOC 的增加速率, 就可以确定出由于微型动物摄食导致系统中固态 C 向非固态 C 转化的速率, 从而得到单位微型动物在单位时间内减量污泥的量。

通过试验已经得到: 1. CO_2 -污泥间的平衡满足亨利定律 (亨利系数和纯水有别), 可以通过测量封闭系统中的 CO_2 变化衡量整个系统中无机 C (包括在水中的水合 CO_2 和碳酸氢根和碳酸根) 的变化; 2. 通过该试验方法确定得到的微型动物对于取自不同污水处理厂的活性污泥的的减量效果差异不大。

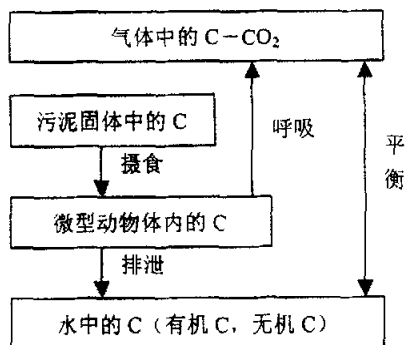


图 1 C 元素转变原理

3 试验结果与讨论

3.1 通过 CO₂ 测定确定微型动物代谢产生无机 C 速度

以颤蚓为例，每隔一段时间（12h）测定含有不同数量（1—12ind）颤蚓瓶中气体的 CO₂ 浓度，如图 2 所示，可以明显得到 CO₂ 的浓度和颤蚓数量及时间成正比，其他三种微型动物的试验结果也类似。根据亨利定律，可以计算得到溶液中的 CO₂ 的量，二者相加得到单位重量（经过每条颤蚓重量换算）颤蚓代谢产生无机碳（包括气体中的 CO₂ 和溶液中的 CO₂）的速度。

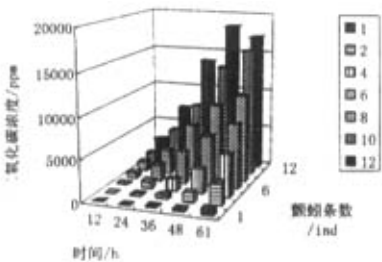


图 2 颤蚓代谢产生 CO₂

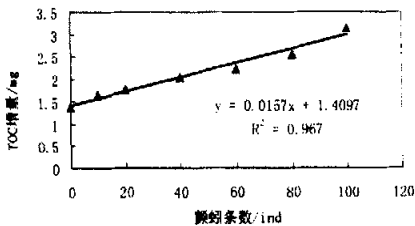


图 3 颤蚓导致溶解性 TOC 增加

3.2 通过测定 TOC 确定微型动物导致水中溶解性有机 C 增加速度

测量试验前后上清液（经过 0.45 μm 过滤）中 TOC 浓度的变化如图 3 所示，图中 TOC 浓度的增加和颤蚓数量成正比（时间是试验整个试验过程），由图 3 中直线拟合斜率换算得到单位重量颤蚓代谢以及其他活动导致水中溶解 TOC 增加的速度。

将以上两种速度相加，可以得到颤蚓由于摄食，进而经过自身对 C 代谢导致非固态 C 增加的速度，进而可以确定出由于微型动物摄食污泥的减量比例。

类似颤蚓试验，得到其他三种微型动物对污泥减量比例，见表 1。

表 1 四种微型动物减量污泥比例（表中减量比例单位均为 mg sludge/mg microfauna.d）

	红斑颤蚓虫	蚤状蚤	颤蚓	卷贝
体型(mm)	0.05×0.05×1	1.5×1.5×0.5	1.5×1.5×40	8×8×8
体重 (mg/L)	0.0005	0.021	0.5	20
CO ₂ 计算得到的 减量比例	0.70-0.79	0.12	0.48	0.06
TOC 计算 得到的减量比例	0.007	0.064	0.06	0.04-0.15
总计	0.7-0.8	0.18	0.5	0.1-0.2
直接测量			0.46	0.071

4 结论

- 1) 利用微型动物代谢 CO₂ 以及水中溶解性 TOC 变化确定其减量比例在试验手段上可行，该方法和直接测量结果（对可以直接测量减量比例的较大体型的微型动物—颤蚓和卷贝而言）相近，可以将这种方法应用于体型较小而不能通过直接方法测试的微型动物减量污泥程度。
- 2) 不同微型动物减量污泥比例与微型动物种类和体型有关，较小体型的微型动物的减量比例相对较高，同时寡毛纲环节动物的减量比例相对节肢动物和软体动物减量污泥比例要高。