

对虾养殖中新生残饵耗氧动态 及其规律的研究

孙耀 杨琴芳 崔毅 李健

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 青岛 266071)

摘要 本文根据实验模拟研究的结果, 估算了由配合饵料和贻贝肉形成残饵后36天时间内的耗氧量, 并讨论了其耗氧动态和规律。残饵耗氧量的变化范围为4.09~17.61 g/kg·d。残饵耗氧曲线随残饵形成时间的不同而显著变化, 且始终呈二次曲线衰减形式, 在其演变过程中, 该二次曲线方程的二次项系数由负数逐渐演变为正数, 并最终接近于污染虾塘底质的耗氧曲线。配合饵料和贻贝肉的耗氧曲线变化形式相近, 但程度上存在较大差异。另外, 本文还初步探讨了残饵的耗氧高峰期, 估算了残饵在虾塘底质总耗氧量中的作用。

关键词 耗氧动态及其规律, 残饵, 虾池, 水质

溶解氧是虾塘养殖生态环境中最为重要的参数, 养殖水体中溶氧量的高低, 直接或间接影响着对虾的生长发育^[1-2, 5, 7-8]。故了解和掌握溶解氧的动态变化, 对于虾塘养殖的水质管理具有重要的实际意义。

残饵是对虾养殖自身污染的主要来源。污染虾塘底质总耗氧量对养殖水体中溶氧量的影响是很大的, 有人曾估算其约占该养殖水体中总耗氧量的50%以上^[10], 但究竟残饵在其中发挥了多大的作用, 以及其作用规律如何, 迄今尚鲜见有关方面的报道。

材 料 和 方 法

(一) 实验装置

1. **模拟新生残饵生成装置** 模拟残饵生成的装置见图1。该装置主要包括: 烧杯, 2000ml; 筛绢内套筒, 200目; 虾塘底质表层土, 取自具有十年对虾养殖历史的试验虾塘; 普通纱网; 饵料: 新鲜贻贝肉和配合饵料(市售)。该装置在实验期间被投放到试验虾塘底部。

2. **残饵耗氧速率测定装置** 残饵耗氧曲线模拟测定装置见图2, 其中主要包括: 溶解氧测定仪(YSI-58, USA); 电磁搅拌器(681型, 中国); 棕色小口瓶, 500ml; 筛绢袋, 200目; 实验海水, 经煮沸、及脱脂棉和300目筛绢过滤和充气处理。

收稿日期: 1994-11-19。

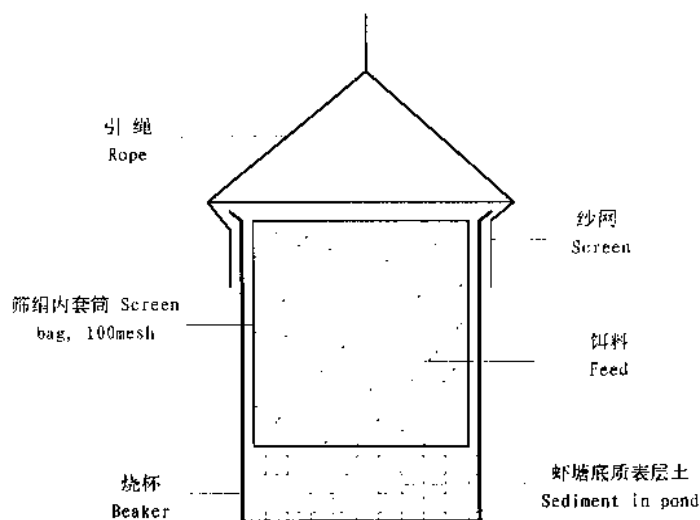


图1 模拟新生残饵生成装置

Fig.1 Simulating device used to produce feed remains

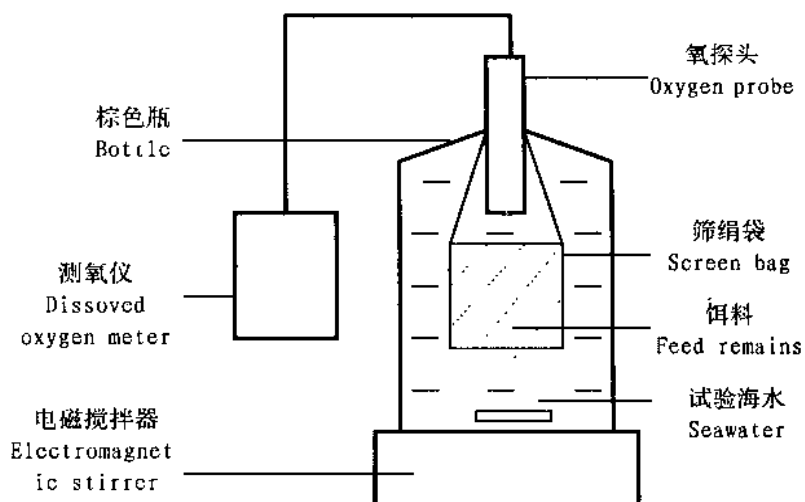


图2 残饵耗氧速率模拟测定装置

Fig.2 Simulating device used to determine oxygen demand curves of feed remains

(二) 实验方法

取约 250 克配合饵料和新鲜贻贝肉, 置于模拟残饵生成装置中的筛绢内套筒内, 并将其

放在烧杯内的虾塘底泥表层土之上;用纱网封住烧杯口后,将其投放到虾塘底部;两种饵料均设平行样 2 个。残饵生成时间从该装置被投放到虾塘底部之时开始计算。每间隔一定时间取少量上述模拟饵料,用粗滤纸将其水份基本吸干后,称取 2.00 克置于图 2 装置中筛绢袋中,按图 2 连接好测定装置;将经处理实验海水注入瓶内,同时取样用锰法测定该海水中有机质含量;检查瓶内水体中无气泡后,用 703 硅密封胶将氧探头与瓶口连接处密封,打开电磁搅拌器(200 转/min)和溶氧测定仪,监测瓶内水体中的溶氧量及其随时间变化。根据上述步骤得到的残饵耗氧曲线中,溶氧量从 5.0mg/l 衰减至 2.0mg/l 所消耗的时间,按公式(1)计算残饵总耗氧量:

$$FRCD = \Delta C \cdot V / W \cdot d \cdot 1000 \quad (1)$$

其中:FRCD-残饵耗氧量(g/Kg·d), ΔC -溶氧量从 5.0mg/l 降至 2.0mg/l 的差值, V - 实验水体的体积(l), W - 残饵的重量(kg), d - 实验时间(day)。测定结束后,再次取样测定瓶内海水中的有机质含量。实验时间为 7 至 9 月,实验期间养殖水体温度为 $27.0 \pm 5.0^{\circ}\text{C}$ 。

试验虾塘的养殖条件为:对虾放养密度 18 万尾/ha,投饵量按“中国对虾养成技术规范”方法计算,投饵方式系沿虾塘边缘均匀投撒,饵料种类即本实验中所用配合饵料,平均水深 1m。

结 果

(一)残饵的耗氧曲线及其随时间变化

从图 3 和图 4 可见,配合饵料和贻贝残饵的耗氧曲线变化趋势相近;均呈二次曲线衰减形式,其描述方程见公式(2):

$$DO = at^2 + bt + c \quad (2)$$

其中,DO-模拟测定水体中溶解氧测定值;t-溶解氧测定的时间间隔;a、b、c-常数。用二次相关系数(R^2)检验本实验中的实测数据与该曲线方程的拟合程度,配合饵料的 R^2 范围为 0.9878~0.9996,贻贝为 0.9748~0.9994,显然,上述曲线方程能很好的描述残饵的耗氧曲线及其随时间变化。在残饵初形成阶段,其二次耗氧曲线的二次项系数(a)呈负值,在曲线形式上表现为,起始阶段单位时间内 DO 的变化幅度较小,随时间 t 的增加,DO 的变化幅度也增大;随残饵形成时间的延长,残饵耗氧曲线的 a 值逐渐变小,并接近于 0,从公式(2)可见,当 a 值接近于 0 时,二次曲线逐渐演化为一直线;最后, a 值转变为正值,这在曲线表现形式上恰恰与残饵初形成阶段相反,即起始阶段单位时间内 DO 的变化幅度较大,随时间 t 的增加,DO 的变化幅度逐渐减小。由于虾塘投饵区底质总耗氧曲线同样可以用公式(2)表示,且其 a 值为正值,虾塘底质实测耗氧曲线见图 5;所以,虾塘投饵区底质总耗氧曲线,应该是残饵耗氧曲线的最终演变结果。

配合饵料和贻贝残饵的耗氧曲线变化趋势虽相近,但贻贝耗氧曲线的演变速度大大高于配合饵料。

(二)残饵耗氧高峰期的测定

从残饵耗氧曲线的衰减形式可以看出,用任意选定的耗氧区间计算得到的 FROD 值,存在显著的差别。故本文规定,以耗氧曲线中溶氧量从 5.0 降至 2.0mg/l 所用时间计算该耗氧速率。

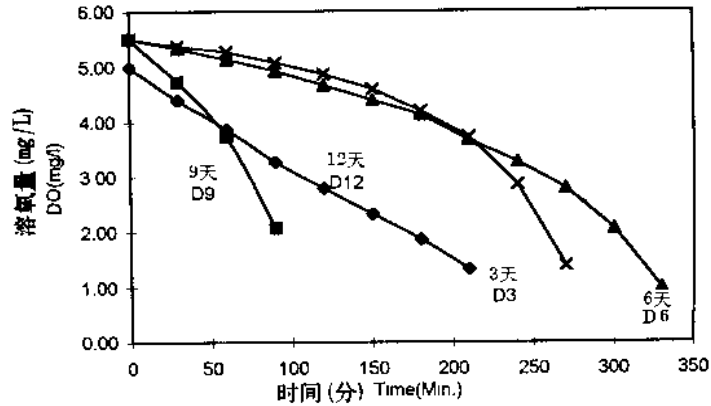


图3 配合饵料残饵耗氧曲线及其随时间变化

Fig.3 Oxygen consumption curves of mixed feed remains and its change with time

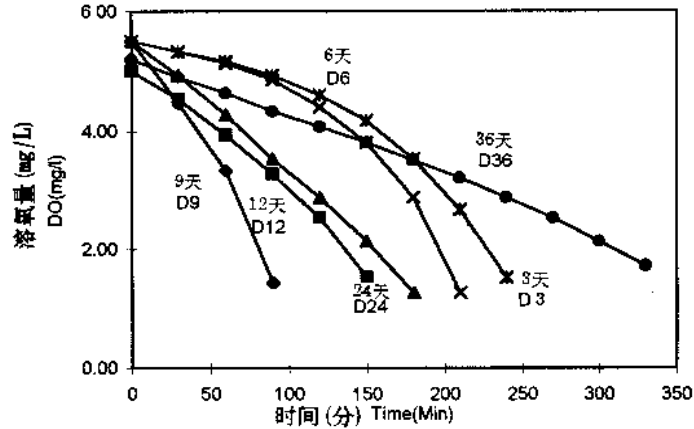


图4 贻贝残饵耗氧曲线及其随时间变化

Fig.4 Oxygen consumption curves of mussel remains and its change with time

注：D-残饵形成的实验天数。

配合饵料和贻贝残饵耗氧量随其形成时间的变化趋势相同(见图6),均在初形成期呈较高值,随后有所降低,直至第9天出现耗氧高正值。峰值过后,又开始缓慢下降。

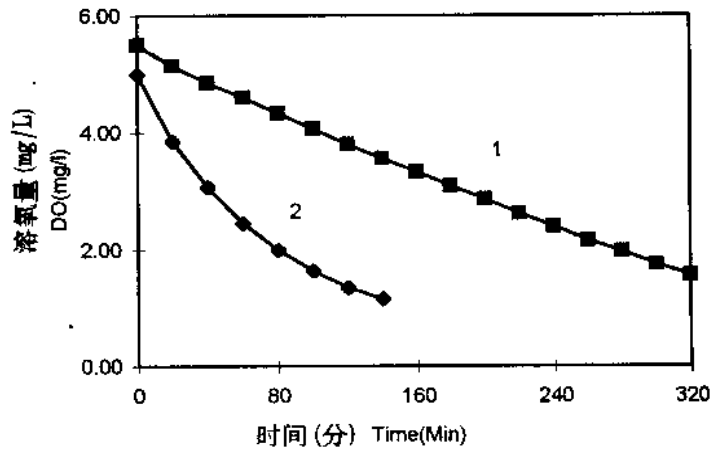


图5 虾塘投饵区底质总耗氧曲线

Fig.5 Oxygen consumption curves of sediment in shrimp pond

注：1-养殖前期的底质总耗氧量；2-养殖后期的底质总耗氧量。

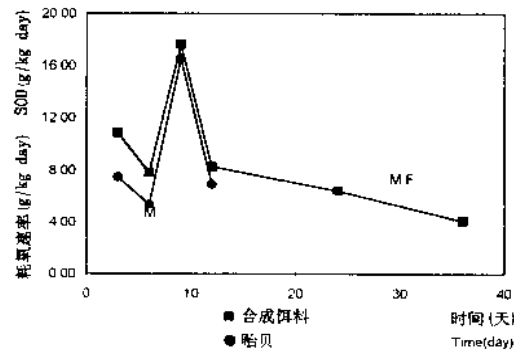


图 6 配合饵料和贻贝新生残饵的耗氧量及其随时间变化

Fig.6 Oxygen demand of newborn feed remains and its change with time

表 1 配合饵料(M.F)和贻贝(M)残饵中有机质溶出速率(g/kg.d)

Table 1 Dissolving rates of organic matter from newborn feed remains

t(D)	R_{DOM}	
	M.F	M
3	22.52	9.80
12	13.75	2.23
23	5.84	0
35	2.70	0

(三) 残饵中有机质溶出速率

从表 1 可见,两种残饵中有机质溶出速率(R_{DOM})随时间变化趋势相同,均可以用一负指数衰减方程加以描述,即:

$$R_{DOM} = m \cdot e^{-nt} \quad (3)$$

其中: m 、 n —常数; t —残饵形成时间。由于两种饵料的衰减指数(b)有所差异,且贻贝($b=0.155$)>配合饵料($b=0.067$),故贻贝溶出有机质的衰减速度应大于配合饵料。

(四) 新生残饵在虾塘底质总耗氧量中的作用

经现场模拟测定^[3],7至9月份本试验虾塘的底质总耗氧量平均值为 $1.91\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。

从图 6 可求得,在残饵形成后 36 天内,配合饵料残饵的平均耗氧量为 $9.23\text{g}/\text{kg} \cdot \text{d}$;8月份,残饵的实测日生成量为 $2.74\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$;据对 6 种市售配合饵料失重率及其随浸泡时间变化的测定结果^[6],可以找出其相互之间的定量关系为: $R_{LW} = 85.53t^{-0.044}$ ($R^2 = 0.9868$),其中: R_{LW} —残饵的实测百分重量; t —浸泡时间。由此可求得 36 天时间内残饵在虾塘底部的总积累量为 $63.82\text{g}/\text{m}^2$ 。从上述相同时间内残饵总积累量和残饵的平均耗氧量,可以进一步求得虾塘内 36 天的积累配合饵料残饵总耗氧量为 $0.59\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$,约占本试验虾塘底质总耗氧量的 31%。

讨 论

对虾养殖生态系属半人工生态系统,其特点是结构过于简单,对外来干扰的自我调节能

力差,这就决定了人工调节部分取代自我调节的必然性。为了使人工调节成为有效调节,使对虾生长处于人为创造的最佳生态环境中,首先要求认识影响其生态平衡的各种因子,然后才能有的放矢地对其加以控制和改善。

溶解氧是池塘对虾养殖生态环境中最重要的化学指标之一。许多研究结果业已证明,虾塘底质总耗氧量对该养殖水体中溶氧量的影响是重大的^[4,9-10]。本研究结果更进一步表明,残饵(尤其是残饵形成后10多天时间内)是虾塘底质总耗氧量的主要影响因子;也就是说,及时清除新生残饵,能大大减轻虾塘底质对养殖水体中溶解氧的影响。这就要求在对虾养殖过程中,加强投饵管理,尽可能避免投饵的盲目性;采纳投饵盘或其它有效措施,使新生成的残饵尽可能快的排出虾塘。

残饵中有机质溶出速率及其随时间变化规律,解释了残饵耗氧曲线的变化规律:在残饵形成初期,有较大量的可溶性有机质从残饵中溶出,并扩散于整个实验水体,这种溶解有机质与固相残饵耗氧的叠加作用,加速了对水体中溶解氧的消耗速率,使耗氧曲线表现为典型的负二次项系数二次曲线形式;随残饵形成时间的延长,有机质溶出量逐渐减少,溶解有机质加速残饵耗氧的作用随之减小,在耗氧曲线的表现形式上,则向直线甚至正二次项系数的二次曲线形式演变。但是,残饵初形成期溶出有机质数量较大,并不代表该时期的残饵耗氧量就一定最大,因为有机质的耗氧程度更主要取决于其是否易于被水中的溶解氧所氧化;正如本实验结果所述,虽然残饵初形成期溶出有机质数量较大,但所含有机质较稳定,不易被水中溶解氧所氧化,而导致其耗氧量并非呈最高值;之所以在残饵形成后第9天其耗氧量才显示最高值,显然与此时残饵所含有机质较容易被水中溶解氧氧化,且溶出有机质数量依然较大的叠加结果密切相关。

本实验结果表明,配合饵料残饵的耗氧并不明显低于鲜饵料,也就是说,投喂配合饵料并无明显改善养殖水体溶解氧环境的效果。

参 考 文 献

- [1] 王方国,刘金灿,1993.水质因子与对虾疾病关系研究.海洋科学,(5):10-11.
- [2] 孙耀等,1987.对虾养成环境中水溶性硫化物的分布及其对对虾生长的影响.海洋科学,(2):97-102.
- [3] 孙耀等,1996.虾塘底质总耗氧量及其季节变化.应用生态学报,7(1):110-112.
- [4] 卢迈新等,1992.池塘生态系统中溶氧动态和管理.淡水渔业,(4):3-6.
- [5] 李键等,1993.温度、溶解氧含量对中国对虾消化速率的影响.海洋科学,(5):4-6.
- [6] 陈四清等,1995.中国对虾配合饵料入水后营养成分的流失及其对水环境的影响.中国水产科学,2(4):40-47.
- [7] 胡钦贤,陆建生,1990.中国对虾生长与环境因子关系的初步探讨.东海海洋,8(2):58-62.
- [8] 籍成杰,1990.水中溶解氧与养虾的关系.海洋渔业,12(4):162-163.
- [9] Brune D. E., 1991. Transport limitation of oxygen in shrimp culture pond. Aquac. Engin., 10(4): 269-279.
- [10] Madeenjian C. P., 1990. Patterns of oxygen production and consumption in intensively managed marine shrimp ponds. Aquacult. Fish. Manage, 21(4): 407-417.

STUDY OF OXYGEN DEMAND OF NEWBORN FEED REMAINS AND ITS CHANGE DURING SHRIMP CULTURE

Sun Yao Yang Qinfang Cui Yi Li Jian

(Yellow Sea Fishery Reserash Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071)

ABSTRACTS It was discussed about oxynen demand of newborn remains produced by two kinds of feeds and their changes during shrimp culture, accordig to the results of on - the - spot simulating determination. Oxygen consumption curves changed with the time of producing the remains and all appeared the form of quadratic curve reduce. Quadratic term coefficients changed from positive to negative value. At last, it approached to total oxygen consumption curve of sediment of areas polluted by the remains in shrimp pond. The oxygen consumption curves of the remains produced by two kinds of feeds and its change were similar, but there was a large difference at the extend. It was also found that there was a largest oxygen demand value at 9th day after the remains were produced and the oxygen demand of newborn feed remains played a important role in toatl oxygen demand of sediment in shrimp ponds.

KEYWORDS Oxygen demand, Newborn feed remains, Shrimp pond, Water quality