

# 虾塘养殖中有机质自身污染速率及程度的研究

孙 耀 殷 丽 宋云利

(中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071)

**提要** 利用养殖期间水体中颗粒有机质垂直迁移通量,测定了虾塘自污速率;并以虾塘沉积物的  $E_h$  和  $C_{om}$  值为指标,结合其空间分布形式,初步探讨了虾塘中有机质污染程度。结果表明,新、旧虾塘尤其是不同养殖区域间的自污速率都存在明显差别;而沉积物中  $E_h$  和  $C_{om}$  值的垂直分布形式,则可能成为虾塘有机质污染程度的重要评估参数。

**关键词** 自身污染,有机质,对虾,海水养殖

为达到有效控制虾塘自身污染及改良污染虾塘之目的,首先要对虾塘养殖中的有机质自污速率和污染程度做出正确评估,但迄今尚鲜见有关这一方面的研究和报道。

本文就上述方面进行了初步探讨,以期为池塘对虾养殖中的自身污染速率及程度评价,提供一些有用的测定方法和基础数据。

## 1 材料和方法

### 1.1 虾塘养殖自污速率的定义及测定方法

1.1.1 定义 包括残饵、生物遗骸等在内的有机质在虾塘底部逐年积累,是造成虾塘自身污染(俗称虾塘老化)的主要原因。故本文

---

收稿日期:1996年8月21日

将虾塘有机质自身污染速率定义为:在对虾养殖期间,从养殖水体垂直迁移至虾塘底部的颗粒态有机质总量,其中不包括经分解后重新溶入水中部分。

1.1.2 装置和方法 采用自行设计和制作的沉积物捕获盘(见图1),于养殖起始期,分别在新、旧虾塘的投饵区和非投饵区底部进行现场投放;待养殖结束时,收集捕获盘内沉积物,经风干后,用四分法取样测定其有机质含量,同时取样测定水分,并按公式(1)计算自身污染速率:

$$V_{sp} = \frac{W \cdot C_{om}}{A}$$

其中:  $V_{sp}$ ——虾塘有机质自身污染速率( $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ );  $W$ ——现场投放结束时捕获器内沉积物总量( $\text{kg}$ );  $C_{om}$ ——沉积物中有机质含量(%);  $A$ ——捕获盘的接收面积( $\text{m}^2$ )。

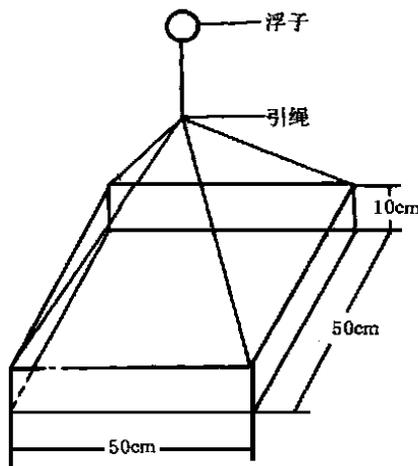


图1 虾塘水体中沉积物捕获盘

Fig. 1 Sediment traps in the culturing waters

## 1.2 有机质污染程度评估指标及测定方法

1.2.1 实验中,选择沉积物的氧化还原电位( $E_h$ )和有机质含量( $C_{om}$ )作为虾塘污染程度的评估指标。拟通过对虾养殖期间,分别于新、旧虾塘的投饵区和非投饵区设定连续观察点,测定该区域沉积物中  $E_h$  和  $C_{om}$  的空间分布和季节变化,来达到探索虾塘有机质污染程

度评估方法之目的。

1.2.2 使用自制的简易管式沉积物采样器采集沉积物样品,取表层3cm厚的沉积物进行表层沉积物分析,取自表层向下1~3,3~6,6~9,9~14,14~19,19~24和24~29cm层次的沉积物进行沉积物垂直分布分析。 $E_h$ 和  $C_{om}$ 测定均按规范方法<sup>[6]</sup>进行。

## 1.3 实验地点及养殖条件

本研究在日照市十村对虾养殖场进行。实验虾塘中,旧虾塘具有10a养殖历史,该期间基本采用半精养模式进行对虾养殖;新虾塘为当年新建虾塘。本实验期间的对虾养殖条件为:放养密度15尾/ $\text{m}^2$ ;饵料种类以配合饵料为主,投饵量按规范方法计算;投饵采用沿虾塘边沿均匀投撒方式;虾塘内平均水深1.2m,换水量为10~30cm/d。

## 2 结果

### 2.1 虾塘养殖中的有机质自污速率测定结果

将新、旧虾塘及其不同养殖区域的有机质自污速率和相关参数的测定结果列于表1。

从表1可见,旧虾塘由于有机颗粒的垂直迁移通量( $F_{vd}$ )和沉积物中有机质含量较大,造成旧虾塘的有机质自污速率相对高于新建虾塘。在相同虾塘内,则因剩余残饵的影响,致使投饵区的有机颗粒垂直迁移量大大高于非投饵区,从而也导致投饵区与非投饵区有机质自污速率的明显差别。由于对虾病害的影响,致使本实验于8月中旬提前中断,此时试验虾塘内的对虾平均体长为10.8cm,故本测定值可能较定义的实际结果偏低。

表1 虾塘有机质自污速率及其相关参数

Tab. 1 Self-pollution rates and its parameters in shrimp ponds

测定项目	旧虾塘		新虾塘	
	投饵区	非投饵区	投饵区	非投饵区
$C_{om}$ (%)	1.28	0.88	1.08	0.54
$F_{vd}$ ( $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ )	94.6	32.8	86.7	27.2
$V_{sd}$ ( $\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ )	1.21	0.28	0.94	0.15

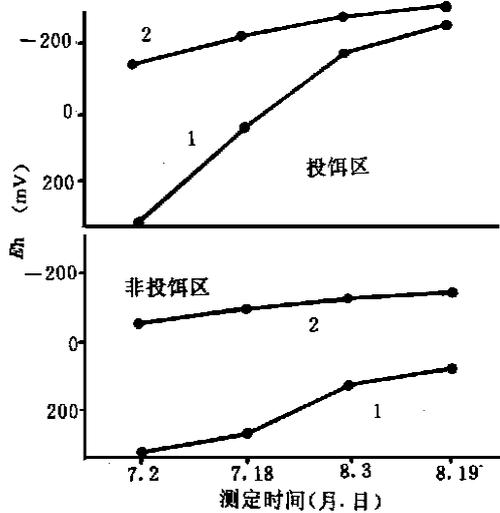


图 2 新、旧虾塘中不同养殖区域表层沉积物的  $E_h$  及其季节变化

注: 1. 新虾塘; 2. 老化虾塘

Fig. 2  $E_h$  of surface layer sediment and its seasonal change in different shrimp ponds

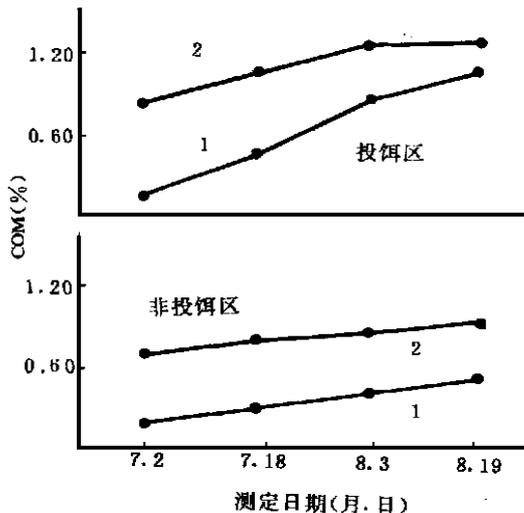


图 3 新、旧虾塘中不同养殖区域表层沉积物的  $C_{om}$  及其季节变化

1. 新虾塘; 2. 旧虾塘

Fig. 3  $C_{om}$  of surface layer sediment and its seasonal change in different shrimp ponds

## 2.2 虾塘表层沉积物的 $E_h$ 和 $C_{om}$ 及其季节变化

从图 2~3 可见, 表层沉积物的  $E_h$  和  $C_{om}$  随虾塘污染程度、养殖区域和季节的不同存在着明显差异。在养殖前期, 新、旧虾塘表层沉积物的  $E_h$  和  $C_{om}$  差异较大; 由于养殖前期投饵量较少或基本不投饵, 使其在新虾塘的投饵区与非投饵区几乎没有差异; 而旧虾塘中上述两区域之间的差异, 也主要系因前一年有机质自污程度的不同所造成。随养殖时间的推移, 新、旧虾塘中投饵区和非投饵区表层沉积物的还原性质和有机质含量都有所增加, 但由于投饵区的增幅远远大于非投饵区, 致使同一虾塘中不同养殖区域的差异显著增大。而新、旧虾塘中相同区域表层沉积物的  $E_h$  和  $C_{om}$  值差异逐渐减小。

在本实验期间, 新、旧虾塘中表层沉积物的  $E_h$  和  $C_{om}$  值的分布范围分别为  $351 \sim -196$  mV 和  $0.06 \sim 1.02 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$  及  $-32 \sim -213$  mV 和  $0.61 \sim 1.24 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{a}$ 。

## 2.3 虾塘沉积物中 $E_h$ 和 $C_{om}$ 的垂直分布

在新、旧虾塘及相同虾塘的不同养殖区域之间, 沉积物中  $E_h$  和  $C_{om}$  的垂直分布显著不同 (见图 4, 图 5)。经过 1a 的养殖, 新虾塘投饵区表层沉积物的还原性和有机质含量迅速增加, 这在  $E_h$  和  $C_{om}$  的垂直分布曲线上, 表现为于沉积物表层有一较大负跃层, 随后, 其还原性和有机质含量逐渐减小, 并趋于均匀; 非投饵区沉积物中  $E_h$  和  $C_{om}$  的垂直分布与投饵区相近, 只是其在表层沉积物中的跃层区间和强度较小。与新虾塘显然不同, 在旧虾塘非投饵区的沉积物中,  $E_h$  和  $C_{om}$  的垂直分布曲线分别在沉积物表层及 20~28 cm 处存在有两个较小的负跃层; 作为具有多年养殖历史的虾塘, 表面跃层无疑是由当年积累与往年积累有机质的矿化程度不同造成的, 第二个跃层的成因则可能来源于污染沉积物与虾塘底质本底之间的差别: 而在旧虾塘投饵区, 表观上  $E_h$  和  $C_{om}$  的垂直分布形式似乎与非投饵区有所不同, 仅存在一个表面负跃层, 但如果以非投饵区第二个跃层后的  $E_h$  和  $C_{om}$  作为本底值, 处于投饵区表面跃层后, 并趋于均匀的  $E_h$  和  $C_{om}$  远高于该

值, 因此, 极可能是本实验中沉积物垂直取样深度不够, 造成了投饵区第二负跃层没能得以体现。

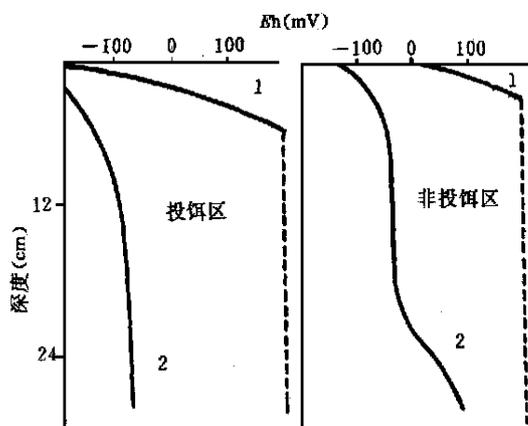


图 4 新、旧虾塘不同养殖区域的沉积物中  $E_h$  的垂直分布

1. 新虾塘; 2. 旧虾塘

Fig. 4 Vertical distribution of  $E_h$  in sediment of different culturing areas and shrimp ponds

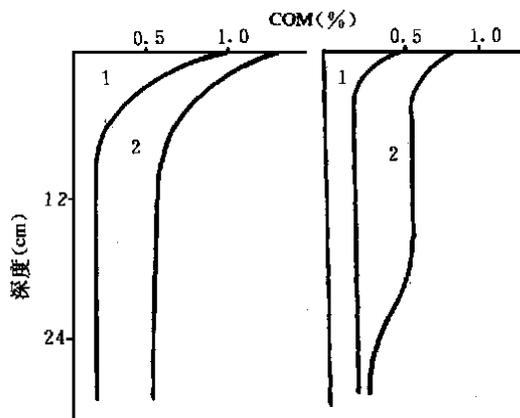


图 5 新、旧虾塘不同养殖区域的沉积物中  $C_{om}$  的垂直分布

1. 新虾塘; 2. 旧虾塘

Fig. 5 Vertical distribution of  $C_{om}$  in sediment of different culturing areas and shrimp ponds

### 3 讨论

#### 3.1 迄今, 我国尚缺乏虾塘养殖有机质

自污速率和程度的定量研究, 从而也就导致了对自身污染与养殖生态系之间的关系缺乏全面和定量的了解; 显然, 这种研究状况与使我国对虾养殖业迅速走出低谷的迫切需要是极不相称的。

3.2 本研究根据池塘养殖环境的特点, 自行设计了以估算虾塘养殖自污速率为主要目的, 用于测定颗粒物从养殖水体向虾塘底部垂直迁移通量的方法和装置, 并取得了较为满意结果。

旧虾塘的有机质自污速率之所以略高于新虾塘, 其原因是旧虾塘内底质溶出营养盐量值较高(尤其是养殖前期), 从而导致塘内浮游生物的代谢量相对较大密切相关, 这也可以从旧虾塘非投饵区的颗粒物垂直迁移通量明显大于新虾塘中相同区域得以证明。

在相同虾塘不同区域内, 有机质自污速率存在着极大差别; 养殖中大量残饵的生成, 致使新、旧虾塘内投饵区的自污速率都大大高于非投饵区。因此, 判断一个虾塘的有机质自污程度, 并不完全取决于虾塘养殖历史的长短, 只要能严格控制对虾养殖过程中残饵的生成量, 就能减小虾塘有机质污染速度, 延长虾塘的使用寿命。

3.3 单纯利用表层沉积物的  $E_h$  和  $C_{om}$  指标评估虾塘自污程度是困难的。而沉积物中  $E_h$  和  $C_{om}$  的垂直分布却随新、旧虾塘及不同养殖区域污染程度不同而显著变化, 这种变化主要表现为: 虾塘的有机质污染愈严重, 沉积物中本底层以上的有机质污染层随之增厚, 污染层的  $E_h$  和  $C_{om}$  偏离本底值也愈大; 显然, 利用上述性质, 能较好的解决虾塘自污程度的评估问题。本实验中, 由于沉积物的柱状样分析数量较少, 还不能提出一个具体的虾塘有机质自污程度的综合评价方法。

#### 参考文献

- [1] 王方国, 刘金灿, 1993. 海洋科学 5: 10~11.
- [2] 孙耀, 赵俊, 1994. 海洋与海岸带开发 11(1): 29~

- 32.
- [ 3 ] 李庆彪, 1992. 海洋科学 4: 7~ 8.
- [ 4 ] 洪华生等, 1993. 海洋科学 1: 47~ 51.
- [ 5 ] 党志超, 1994. 海洋与海岸带开发 11(1): 35~ 37.
- [ 6 ] 《海洋监测规范》编辑委员会, 1991. 海洋监测规范. 海洋出版社, 397~ 406.
- [ 7 ] 日本水产学会编, 1977. 浅海养殖与自家污染. 恒星社厚生阁, 东京, 1~ 19.
- [ 8 ] Eppley, R. W. and B. J. Peterson, 1979. *Nature* 282: 677-680.
- [ 9 ] Knauer, G. A. *et al.*, 1979. *Deep-Sea Res.* 26: 97-108.
- [ 10 ] Yont Musig, 1996. *World Aquaculture '96 Book of Abstracts*, 268.

## STUDY OF SELF-POLLUTION RATE AND EXTENT OF ORGANIC WATER IN CULTURAL SHRIMP PONDS

Sun Yao, Yin Li and Song Yunli

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Qingdao, 266071)

**Received:** Aug. 21, 1996

**Key Words:** Self-pollution, Organic matter, Shrimp culture

### Abstract

Self-pollution rate of organic matter in cultural shrimp pond was quantitatively determined by organic matter flux in cultural waters. Assessment method of the self-pollution extent was also primarily studied. The results showed: There were apparent difference about the self-pollution rate between new and aged ponds, especially between different culture areas at the same ponds. Because vertical distribution of  $E_h$  and  $C_{om}$  in sediment were closely related to self-pollution condition, it must become an important parameter used to assess organic matter pollution extent in shrimp ponds.