

不同养殖方式对海水实验围隔底泥中氮、磷和有机碳含量的影响*

EFFECTS OF CULTURE MODELS ON CONCENTRATION OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND ORGANIC CARBON IN BOTTOM SOIL FROM SEAWATER EXPERIMENTAL ENCLOSURES

王 岩^① 齐振雄

(青岛海洋大学水产学院 266003)

* ①对养殖池塘底质的研究目前尚较少^[2]。由于放养生物对投入的饵料和肥料的利用率很低,经过多年养殖的池塘底部往往会形成很厚的淤泥,底泥中有机质大量积累后容易形成厌氧微环境^[3],对底栖生活的养殖种类造成危害,因此,减轻养虾池底质中有机质的积累是改善对虾养殖环境的重要内容。作者 1995、1996 年进行了两次围隔养殖实验。本文初步讨论了不同养殖方式对海水实验围隔底泥中有机碳和氮磷含量的影响,以期今后对虾池养殖生态系统结构优化提供基础资料。

1 材料和方法

实验的时间、地点、围隔构造以及放养和管理的有关细节详见文献^[1],其中 1995 年 p 系列(p1, p2, p3 和 p4)围隔中按不同密度单养中国对虾, pf 系列(pf1, pf2, pf3 和 pf4)围隔中混养对虾与罗非鱼, pfc 系列(pfc1, pfc2, pfc3 和 pfc4)围隔中混养对虾、罗非鱼和菲律宾蛤仔; 1996 年 P 系列(P1, P2, 和 P3)围隔中按不同密度单养中国对虾, PF 系列(PF21, PF22 和 PF23)围隔中混养对虾与罗非鱼, PS 系列(PS1, PS2 和 PS3)围隔中混养对虾和海湾扇贝。

1995 年和 1996 年养殖实验前后分别采围隔内水样和表层 5 cm 的泥样测定 COD 和底泥有机碳含量,二者的测定均按海洋化学调查规范中的方法进行。1996 年增测了底泥中氮和磷的含量,其中磷经 $H_2SO_4-HClO_4$ 消化后以钼锑比色法测定;氮以 PE240 型元素分析仪测定。

2 结果和讨论

1996 年养殖实验中的投饵量和施肥量见表 1,从 1999 年第 4 期

中可以看出, PS 系列围隔中施肥量大大超过 PF 和 P 系列, PF 系列中的投饵量稍高于 PS 和 P 系列。

从表 2 可见, 1995 年实验前后围隔底泥中有机碳含量分别为 $0.46 \pm 0.06\%$ 和 $0.49 \pm 0.09\%$, 增幅很小, 其中 p 系列增加了 $0.09 \pm 0.16\%$, pfc 系列增加了 $0.04 \pm 0.02\%$, pf 系列反而降低了 $0.05 \pm 0.11\%$ 。从表 3 可见, 1996 年实验前后围隔底泥中有机碳含量分别为 $0.71 \pm 0.12\%$ 和 $0.97 \pm 0.24\%$, 其中 P 系列、PF 系列和 PS 系列的增幅分别为 $0.09 \pm 0.07\%$ 、 $0.31 \pm 0.18\%$ 和 $0.44 \pm 0.21\%$, P 系列内虾密度较高的围隔底泥中有机碳增幅较大。相比之下, 1996 年实验后围隔底泥有机碳增幅明显高于 1995 年, 约为后者的 8 倍。

1995 年实验后围隔水中 COD 平均增加了 1.04 mg/L, 其中 p 系列、pf 系列和 pfc 系列分别增加 1.16 ± 0.83 mg/L、 1.25 ± 0.72 mg/L 和 1.16 ± 0.83 mg/L (表 2)。1996 年实验后围隔水中 COD 平均增加了 1.65 mg/L, 其中 P 系列、PF 系列和 PS 系列分别增加 0.85 ± 1.01 mg/L、 1.33 ± 0.92 mg/L 和 2.42 ± 1.43 mg/L (表 3)。如将发生严重原甲藻水华的 PS3 排除在外, 1996 年围隔水中 COD 的平均增幅为 1.35 mg/L, 略高于 1995 年围隔水中 COD 的增幅。

* 国家攀登计划 B 专题资助项目 PD-B6-7-3 号和国家自然科学基金资助项目 39430102 号。

王吉桥博士承担围隔养殖日常管理, 并提供 1996 年围隔投饵和施肥量数据, 谨此致谢。

① 现为中国科学院水生生物研究所博士后。

收稿日期: 1998-03-25; 修回日期: 1998-08-12

表 1 1996 年实验围隔中的投饵量和施肥量

类别	投饵量或施肥量(g)								
	P1	P2	P3	PF21	PF22	PF23	PS1	PS2	PS3
饵料	1 987	2 200	2 468	2 393	2 398	2 398	2 121	2 208	2 452
鸡粪	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 150	2 300	2 300	2 300
磷酸氢二胺	100	100	100	160	160	160	220	300	300
尿素	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	83.5	11.0	83.5	83.5

表 2 1995 年实验前后围隔水中 COD 和底泥中有机碳含量

围隔	水中 COD(mg/L)		底泥有机碳(%)	
	实验前	实验后	实验前	实验后
p1	2.89	3.20	0.49	0.59
p2	2.95	3.55	0.49	0.54
p3	2.98	4.63	0.40	0.70
p4	2.98	5.04	0.42	0.38
pf1	3.20	5.17	0.44	0.46
pf2	3.28	5.00	0.48	0.47
pf3	3.20	3.76	0.47	0.46
pf4	3.80	4.63	0.61	0.40
pfc1	2.87	3.63	0.48	0.49
pfc2	1.67	3.91	0.41	0.46
pfc3	3.12	3.59	0.42	0.46
pfc4	2.62	2.99	0.44	0.49

累^[2,4],1995 年围隔内底泥有机碳含量普遍较低,实验后增幅很小,个别围隔中甚至降低,主要是由于该年实验所用的虾池底质为粘壤土,并且实验主要为投饵养殖,对虾饲料投在饵料台上,仅在前期向围隔中施过少量化肥。1996 年围隔底泥有机碳含量高且实验后有机碳增幅大的原因主要是该年实验虾池底表覆盖一层有机含量较高的淤泥,实验初期向围隔施鸡粪作为基肥,养殖中除正常投饵外,还酌情施化肥和有机肥。1996 年实验围隔中对虾放养密度低于 1995 年,投饵量也相应较低,但其实验后围隔水中 COD 的增幅却略高于 1995 年,表明施有机肥是 1996 年养殖后围隔水中 COD 和底泥有机碳增幅较上年升高的主要原因。显然,使用饵料台适量投饵有助于减轻残饵对虾池养殖环境产生的不良影响,而施有机肥则会加剧底泥中有机质的积累。

池塘养鱼过程中表层 5 cm 底泥中有机碳会逐渐积

表 3 1996 年实验前后围隔水中 COD、底泥中有机碳和氮磷含量的变化

围隔	水中		底泥中					
	COD(mg/L)		有机碳(%)		氮(%)		磷(mg/kg)	
	实验前	实验后	实验前	实验后	实验前	实验后	实验前	实验后
P1	3.98	3.85	0.79	0.83	0.100	0.108	479.56	522.32
P2	3.39	4.18	0.76	0.82	0.090	0.094	521.04	535.56
P3	2.69	4.58	0.71	0.89	0.089	0.092	478.72	527.16
PF21	2.89	4.10	0.53	0.66	0.081	0.084	487.32	534.09
PF22	3.29	4.04	0.57	0.88	0.084	0.092	477.69	532.70
PF23	2.81	4.85	0.58	1.06	0.090	0.094	494.50	550.53
PS1	3.21	4.50	0.87	1.16	0.100	0.160	490.32	689.98
PS2	2.04	3.98	0.80	1.16	0.100	0.120	490.32	537.66
PS3	2.40	6.43	0.80	1.48	0.100	0.100	490.41	544.52

对虾与罗非鱼活动会加剧水体中悬浮颗粒沉积和再悬浮,海湾扇贝滤食则会降低水中悬浮颗粒的数量^①。1995 年虾鱼混养或虾鱼贝混养的围隔中底泥有机碳积累程度较单养对虾的围隔轻,但在 1996 年,虾鱼混养或虾贝混养的围隔中底泥有机碳积累却比单养对虾的围隔严重,这意味着混养罗非鱼或贝类对底泥有机碳积累程度的影响并不十分明显。

Banerjea 认为养鱼池塘适宜的土壤有机碳含量为 0.5%~2.5%^[3],本实验中围隔底泥有机碳含量为 0.40%~1.48%,低于 Banerjea 的标准,初步来看,虾池土壤有机碳的适宜范围应较养鱼池略低。

① 王岩等。中国对虾、非鲫和海湾扇贝对海水养殖试验围隔中悬浮物沉积的影响。海洋科学,待刊。

从表 3 可见,1996 年实验前后围隔底泥中氮含量分别平均为 $0.093 \pm 0.007\%$ 和 $0.104 \pm 0.023\%$, 增幅为 0.011% , 其中 P 系列、PF 系列和 PS 系列围隔中平均增幅分别为 $0.005 \pm 0.003\%$ 、 $0.005 \pm 0.003\%$ 和 $0.027 \pm 0.031\%$ 。该年实验前后围隔底泥中磷含量分别平均为 $489.99 \pm 13.12 \text{ mg/kg}$ 和 $552.73 \pm 52.15 \text{ mg/kg}$, 增幅为 62.74 mg/kg , 其中 P 系列、PF 系列和 PS 系列的平均增幅分别为 $35.24 \pm 18.17 \text{ mg/kg}$ 、 $85.87 \pm 52.74 \text{ mg/kg}$ 和 $100.47 \pm 86.23 \text{ mg/kg}$ 。PS 系列中底泥氮磷含量的增幅均高于 P 系列和 PF 系列。对池塘底泥中磷的研究目前较少^[4]。1996 年 PS 系列围隔中底泥氮磷积累高于 P 系列和 PF 系列, 估计与该系列的施肥量较高有关, 所以

施肥对于池塘底泥中的氮磷积累也具有重要影响。

参考文献

- 1 王 岩、张鸿雁等。水产学报,1998,3:
- 2 Ayub, M. and Boyd, C. E. . *Journal of the World Aquaculture Society*, 1994, **25**(2):322~325
- 3 Boyd, C. E. . *Journal of World Aquaculture Society*, 1994, **26**(3): 284~296
- 4 Green, B. W. and Boyd, C. E. . *Journal of World Aquaculture Society*, 1995, **26**(3): 284~296
- 5 Masuda, K. and Boyd, C. E. . *Journal of the World Aquaculture Society*, 1994, **25**(3):375~395