

双齿围沙蚕对围塘养殖沉积物氮磷含量的影响

徐永健, 卢光明, 葛奇伟

(宁波大学生命科学与生物工程学院,应用海洋生物技术教育部重点实验室,浙江 宁波 315211)

摘要:通过在单养鱼系统和鱼藻混养系统中投放不同密度梯度的底栖动物双齿围沙蚕,考察沙蚕对系统养殖环境的修复作用及适宜的沙蚕放养密度。结果显示,加入沙蚕对系统底部沉积物POM(氮、磷污染物)的去除效果显著,相比于单养鱼处理沉积物中氮、磷分别降低了9.59%~10.47%、7.11%~8.18%。此外,沙蚕不同的放养密度对于系统沉积物的修复效果及养殖效益具有显著影响。同样,沙蚕的加入促进了养殖主要经济品种黑鲷品质的提升,鱼体体长、体重以及成活率方面均显著高于单养鱼系统(F),最终产量达到了单养鱼(F)系统的128.33%~156.08%。放养密度为22.5 kg/hm²和30 kg/hm²的沙蚕所产生的环境与资源效益要显著优于放养密度为15 kg/hm²的处理,而在放养密度为22.5 kg/hm²和30 kg/hm²之间差异不大。综合两处理的修复效果及养殖效益,22.5 kg/hm²的放养密度既可有效修复系统的沉积物环境,又能促进养殖效益的提升。

关键词:双齿围沙蚕;放养密度;围塘养殖;沉积物;修复

中图分类号:Q 178; S 917

文献标识码:A

海水养殖由于极高的自身污染和低效率的管理水平不可避免地破坏了养殖区沿岸及周边的海洋资源和环境^[1]。据分析,养殖绩效低下,养殖区服务功能退化及养殖效益下降^[2-3],主要是由于养殖自身污染造成。为此,有关专家提出了多品种搭配综合养殖(IMTA)模式^[4-6]。养殖围塘和海区的鱼-藻间养模式已经得到了较多的应用与验证^[5-6]。但从当前资料分析,大型藻类对于养殖系统的功效主要体现在水质净化上,而对于系统沉积环境的改善效果甚微,对养殖系统的立体性修复还有所不足。为了能够更加合理的优化养殖系统的物质循环和能量流动,实现“零污染”清洁生产目的,鱼藻系统中还需搭配底栖腐食性动物,解决沉积环境的净化和修复问题,相关底栖动物有多毛类沙蚕(*Perinereis* spp.)、刺参(*Stichopus japonicus*)、星虫(*Phascolosoma* spp.)等等。这些种类的养殖方法和技术已有相当广泛的研究报导^[7]。从生态学角度,综合养殖动物(鱼类、甲壳类)、经济海藻及底栖动物三者构建

生态养殖模式,在理论上是可行的。本试验在上述鱼藻养殖系统中,引入双齿围沙蚕(*Perinereis aibuhitensis*),探讨围塘养殖的清洁生产方法和技术,并对沙蚕的放养密度,以及引入沙蚕后对养殖系统沉积环境的质量改善效果等进行分析,为相关研究提供借鉴与参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验在浙江省三门湾蛇蟠岛第四期围垦养殖池塘内进行。大型海藻采用菊花江蕨(*Gracilaria lichevodes*),为江蕨属高温性大型海藻,具有耐高温、高盐、生长快等特点^[8-9]。藻种来自于福建省东山岛,运送到试验地后,洗净去除杂藻等附着物,用绳筏式吊养于养殖池塘内暂养。底栖腐食性生物双齿围沙蚕,捕自三门湾内海域,选择体长18.0~27.0 cm,体重3.57~6.26 g,体红色的健康亲体用于试验。养殖生物选用黑鲷(*Sparus macrocephalus*),该鱼生长快,食性广,肉质鲜美是

收稿日期:2010-09-26

修回日期:2010-11-12

资助项目:国家908专项(908-02-04-07);宁波大学校学科项目(xk0613050)

通讯作者:徐永健, Tel:0574-87600374, E-mail: xuyongjian@nbu.edu.cn

名贵的海产鱼类之一。苗种来自象山海湾育苗场。运到试验点后暂养于小网箱内,使之适应一段时间后用于试验。

1.2 试验设计与方法

在 6 670 m² 的养殖池塘中,选用彩条布制作 14 个长 15 m × 宽 10 m × 高 1.5 m 的陆基围隔,围隔中设置 3 m × 3 m × 1.5 m 的网箱,网孔大小以防止鱼苗逃逸为宜。试验设置一个单养鱼(F)对照及两个混养模式:鱼 + 沙蚕(FP)、鱼 + 藻 + 沙蚕(FGP),每个模式设 3 个沙蚕密度梯度,每梯度 2 个重复。在各处理的各网箱中,分别放养黑

鲷鱼苗 200 尾,全长 (6.29 ± 1.42) cm、体重 (11.31 ± 2.72) g;具藻处理,放养菊花江蓼密度为 1.5 kg/m²,采用绳筏式吊养栽培方式;沙蚕的放养密度参照丁理法等^[7]的方法,设置 3 个放养密度为:15 kg/hm² (I)、22.5 kg/hm² (II)、30 kg/hm² (III),规格为 (19.21 ± 3.17) cm, (5.20 ± 1.07) g,均匀底播于围隔内。藻类放置于养鱼网箱上下风处(图 1)。试验于 2008 年 7 月 18 日挂藻,7 月 19 日底播沙蚕,7 月 20 日放养黑鲷苗种,于 9 月 22 日收割藻类、捕获黑鲷,9 月 23 日放干池水全围隔挖掘沙蚕。

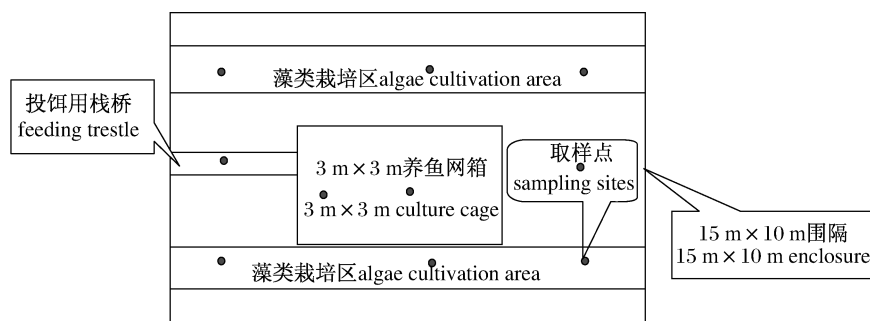


图 1 网箱布置及采样站位示意图

Fig. 1 Sampling sites and enclosure structural diagram

1.3 检测分析

定点跟踪检测 实验开始后对各处理围隔内的理化指标定点跟踪检测,采样点如图 1。水质项目每周监测 1 次,沉积物每 2 周 1 次。水体采用容量为 5 L 的玻璃采水器采集,沉积物采用口径为 10 cm 的 PVC 管采集,采集柱状泥样 10 cm,刮去表面 0 ~ 1 cm,将剩余泥样按 1 ~ 2 cm, 2 ~ 4 cm, 4 ~ 6 cm 和 6 ~ 10 cm 分割为 4 层,装袋带回实验室风干,碾磨过 100 目的土壤筛,干燥保存待用。监测项目主要有:水温、pH、DO、COD、NH₄⁺-N、DIP、TN、TP;沉积物中的总氮(TN)、总磷(TP)。其中,水温、pH、DO 现场速测(WTW 水质分析仪,德国),沉积物中的 TN、TP 测定方法参照《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(2002),其余项目按 GB 17378 - 1998《海洋监测规范》执行,药品均购于宁波奥博科学仪器有限公司。

随机监测 根据日常养殖管理中发现的有关问题,如,赤潮水华等,进行随机监测。本次试验过程中,围隔内没有发生赤潮水华现象。

生物指标分析 分别在 8 月 5 日、8 月 20 日、9 月 21 日进行菊花江蓼称重,计算出日均生

长率(SGR, %/d), $SGR = [(W_t/W_0)^{(1/t)} - 1] \times 100\%$ 。式中, W_0 为初始时刻的藻鲜重(g), W_t 为 t 时刻的藻鲜重(g), t 为 2 次测定的时间间隔(d)。养殖黑鲷和沙蚕于实验结束时收获,测定体长(L)、体重(X)并计算成活率(S)及产量(P)。黑鲷的产量 $P_s = 200 \times S \times \bar{X}/100$,沙蚕产量为实验结束每个围隔实际抓捕总质量。

1.4 数据分析

不同模式间的藻类及鱼类的各项生长指标比较采用 SPSS 15.0 软件包中的 ANOVA 单因子方差分析和 Duncan 氏多重比较分析,显著性水平采用 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 水体理化因子的动态变化

试验共持续了 3 个多月,养殖池塘 COD、TP、DIP、NH₄⁺-N、TN 环境背景值分别为 0.969、0.051、0.023、0.036、0.704 mg/L。整个过程中,单养处理(F)中的 COD 含量最高,沙蚕的添加对水体的 COD 降低起到了一定的作用,与 F 处理相比,FP 处理的 COD 含量较低($P < 0.05$);从图 2

中看,FGP处理中的COD更低,与F、FP两者间差异都显著($P < 0.05$)。水体的N、P指标的情况与COD类似,只是从这些指标看,FP处理与F处理基本类似($P > 0.05$);但FGP处理却与该两个处理差异很显著($P < 0.01$),在整个试验过程中,FGP处理水体中的N、P都维持在较低水平,走势平稳至试验结束。相反,在不具藻处理(F、FP)的

N、P含量都在较高水平,并有较大幅度波动。从总体看,沙蚕对于水柱中N、P的去除功效并不明显($P > 0.05$);而菊花江蓠的作用明显,实验期间,FGP中的TN、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP和DIP的含量分别较F处理低了45.0%~48.9%、38.0%~42.0%、52.2%~54.6%和39.9%~42.5%。

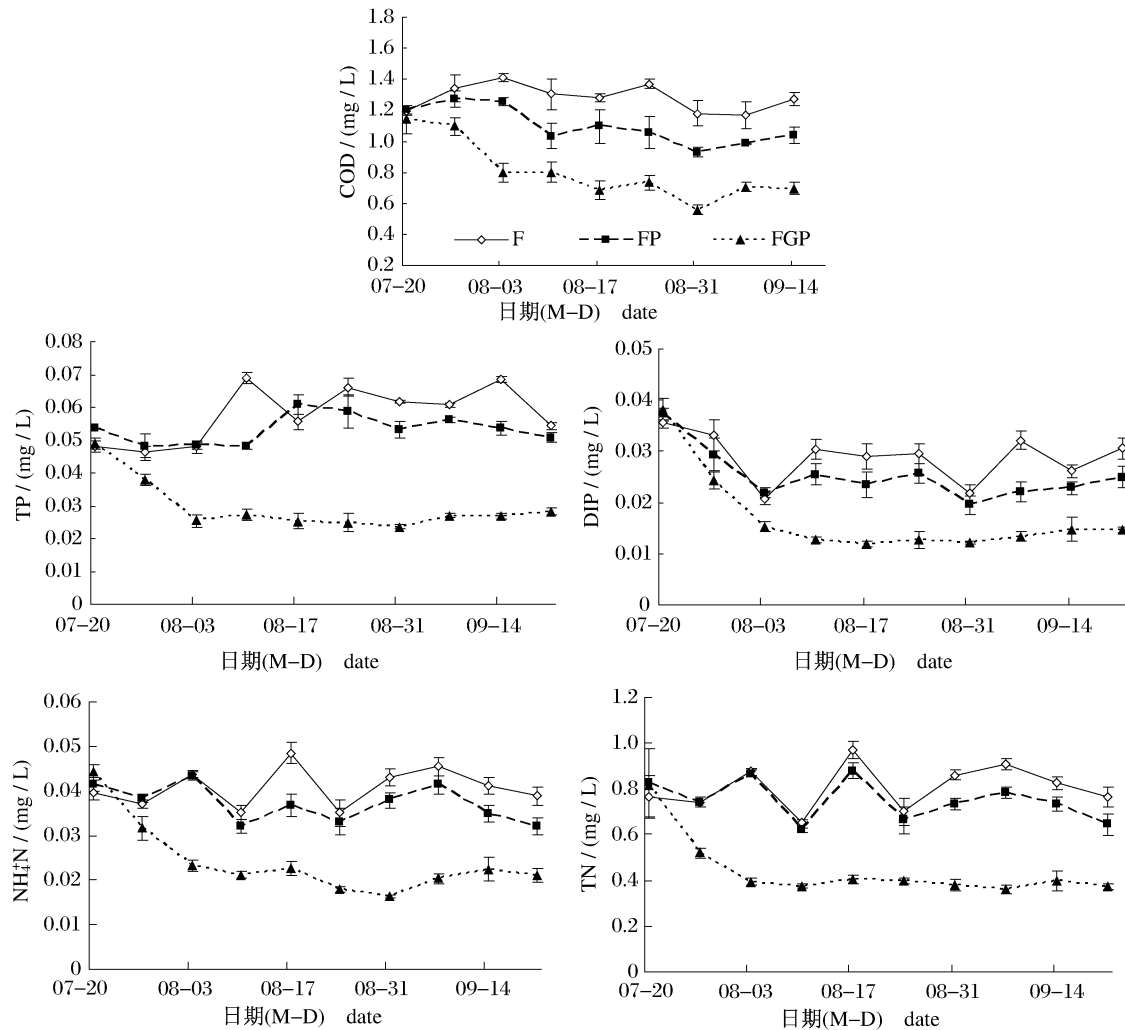


图2 各处理水体中的COD、TN、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TP、DIP的变化

Fig. 2 Changes of COD, TN, $\text{NH}_4^+\text{-N}$, TP and DIP in each treatment

2.2 沉积物中N和P的动态变化

不同处理间沉积物中的N、P变化 从图3看,试验前后各处理沉积物中的TN、TP含量发生了变化。在结束时,单养(F)处理沉积物中的TN、TP的含量在3个处理中最高的,尤其在表层(1~2 cm)与次表层(2~4 cm)和其余两个处理间(放养沙蚕的FP、FGP)差异极显著($P <$

0.01);而TN甚至在4~6 cm层,FGP与F间也达到差异显著程度($P < 0.05$)。后两者具沙蚕的处理间上述的差异相对较小($P > 0.05$)。从沉积物中的TN、TP含量上看,单养处理使沉积物中TN、TP含量有所升高,TN的平均值(1~4 cm)从初始的(0.81 ± 0.014) mg/g DW上升到(0.84 ± 0.01) mg/g DW,TP的平均值从(0.56 ± 0.02)

mg/g DW 上升到 (0.56 ± 0.03) mg/g DW,分别上升了 4.04% 和 2.59%;相反,具沙蚕的处理却有所下降,TN、TP 的平均含量分别下降了 0.05 mg/g DW、0.03 mg/g DW (FGP),0.05 mg/g

DW、0.026 mg/g DW (FP),分别降低了 6.43%、5.59%、5.55% 和 4.52%。3 个月试验,沙蚕的存在使沉积物中的 TN、TP 分别降低了 9.59% ~ 10.47%、7.11% ~ 8.18%。

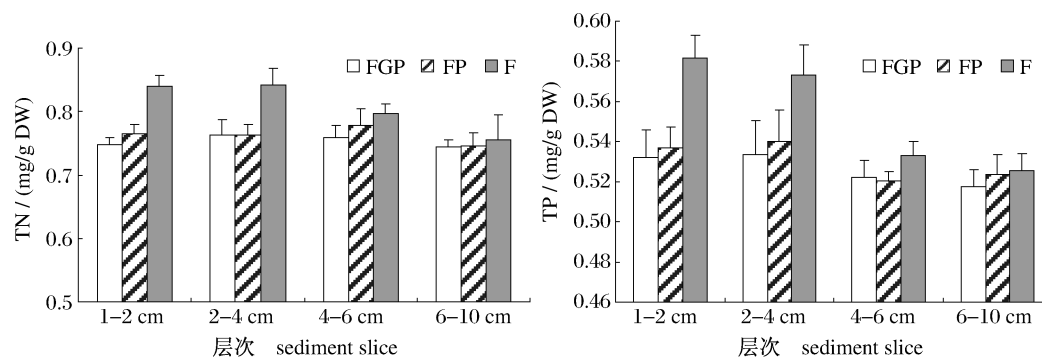


图3 各处理沉积物各层中 TN、TP 平均含量的比较

Fig 3 Comparison of TP and TN in each treatment sediment slice

不同沙蚕放养密度对沉积物中 N、P 含量的影响 不同沙蚕的放养密度对沉积物中的氮磷含量(1~2 cm 和 2~4 cm)的影响见图 4。不同沙蚕放养密度的作用效果相似,都能使得沉积物中的氮、磷含量得以降低。大型海藻的存在与否,

对沉积物中氮磷含量的影响很小,这反映在相同密度沙蚕的具藻处理(FGP)与无藻处理(FP)间氮磷含量的变化,经 t 检验差异不显著($P > 0.05$)。沉积物(1~4 cm)中的 TN 与放养沙蚕密度相关,在每 677 m² 放 2 kg 处理组(III, 30 kg/hm²)中,

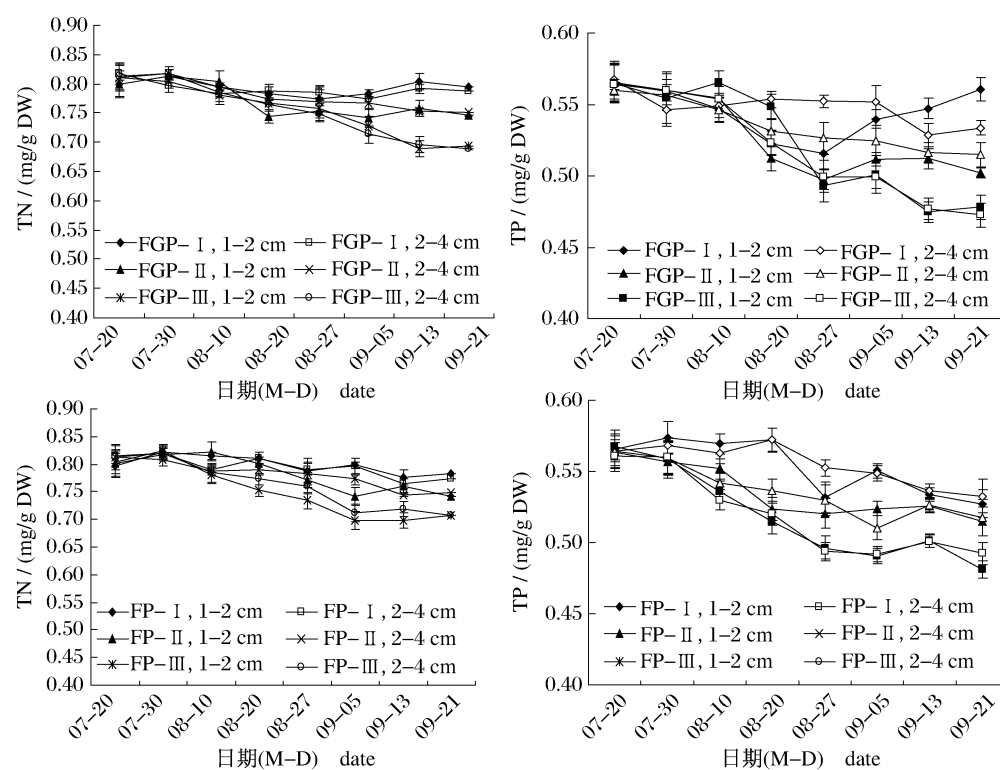


图4 不同沙蚕放养密度处理中的 TN、TP 含量变化

Fig. 4 Changes of TN and TP in different treatment with different *P. aibuhitensis* stocking density

TN 含量较 15 kg/hm² (I) 和 22.5 kg/hm² (II) 处理少, 尽管与 22.5 kg/hm² 处理间差异不显著, 但与 15 kg/hm² 间的差异显著 ($P < 0.05$)。TP 的变化情况与 TN 相似, III 处理 (30 kg/hm²) 中 TP 含量较 I 和 II 处理低, II、III 处理与 I 处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

2.3 各处理的生物生长状况

试验期间, 菊花江蓐保持着良好的生长状况, 日均生长率 SGR 最高达到 5.85 %/d。不同处理间海藻的生长速率并无显著差异 ($P > 0.05$)。

试验各处理间养殖生物的生长状况, 如表 1。养殖的黑鲷在具藻和沙蚕处理 (FGP) 中的产量最高, 较单养处理 (F) 高了 57.8%, 主要体现在体长 ($P < 0.05$)、体重 ($P < 0.01$) 及成活率 ($P < 0.01$)

等方面的差异。大型藻类的放养对养殖鱼类生长的促进也是明显的, FGP 的产量略高于 FP 处理, 差异显著 ($P < 0.05$)。从不同的沙蚕放养密度看, 不论 FP 或 FGP 处理中, I 处理产量都要显著低于 II、III 处理 ($P < 0.05$), II、III 处理之间各有高低, 且差异不显著 ($P > 0.05$)。另外, 从收获的沙蚕来看, 各处理的产量从高到低依次为 III、II、I, 但是考虑到初始放养密度的差异, II 处理具有最高的投入产出比, 且 III、II 处理间产量并无显著差异 ($P > 0.05$), 从这一点看, II 处理的放养密度最佳。另外, 在 FGP 处理中, 不同的沙蚕放养密度对于藻类的产量没有造成显著差异 ($P > 0.05$)。

表 1 预实验各处理收获生物状况
Tab. 1 The harvested animals in every treatment

处理 treatment	鱼收获体长 (cm) body length	鱼收获体重 (g) body weight	鱼成活率 (%) survival rate	鱼产量 (kg) yield	沙蚕产量 (kg) yield	藻产量 (kg) yield
F	13.15 ± 0.61 ^a	92.89 ± 1.29 ^a	73.55 ± 0.78 ^a	13.66 ± 0.4 ^a	/	/
FP - I	14.73 ± 1.73 ^b	110.97 ± 1.97 ^b	79.0 ± 0.72 ^b	17.53 ± 0.31 ^b	2.30 ± 0.26	/
FP - II	14.81 ± 3.06 ^b	112.08 ± 3.61 ^b	83.0 ± 0.93 ^c	18.61 ± 0.97 ^c	4.54 ± 0.39	/
FP - III	14.86 ± 1.52 ^b	114.45 ± 4.32 ^c	83.5 ± 0.69 ^c	19.11 ± 1.20 ^{cd}	4.77 ± 0.27	/
FGP - I	15.53 ± 1.92 ^b	117.05 ± 1.50 ^c	85.5 ± 0.82 ^d	20.02 ± 0.67 ^d	3.67 ± 0.36	266.08 ± 7.43 ^a
FGP - II	15.82 ± 4.09 ^b	123.23 ± 4.32 ^d	86.5 ± 0.91 ^c	21.32 ± 1.17 ^c	4.92 ± 0.49	273.14 ± 11.61 ^a
FGP - III	15.69 ± 2.21 ^b	120.49 ± 5.28 ^d	87.5 ± 0.89 ^c	21.09 ± 1.01 ^c	5.31 ± 0.53	268.70 ± 8.22 ^a

注: 右上角标字母不同表示各处理间的差异显著 ($P < 0.05$)。

Notes: Values with different superscript letters indicate significantly different ($P < 0.05$).

3 讨论

大型藻类, 如菊花江蓐在吸收去除大量的氮磷污染物的同时产生氧气, 可净化和修复受污染的水体^[5,10]。通过在养殖区规模化栽培大型藻类可以平衡因经济动物养殖所带来的额外营养负荷, 降低养殖区氮、磷污染的风险。但大型藻类对于养殖系统的功效主要体现在水质净化上, 而对于系统沉积环境的改善效果甚微, 对养殖系统的立体性修复还有所不足。在系统中引入多毛类沙蚕、刺参、星虫等典型的底栖腐食性动物, 不仅能够显著的改善养殖底部环境, 弥补大型藻类对于养殖系统底部沉积物环境的修复不足, 而且能够提高养殖效益^[11-13]。目前, 在我国北方将海参、海胆等典型的底栖腐食性经济物种与虾、贝、鱼等养殖物种混养的模式已经有了较好的效果, 也取得了很好的经济及环境效益^[14-15]。

双齿围沙蚕作为江浙一带典型的底栖土著种类, 其富含蛋白质和不饱和脂肪酸, 且氨基酸种类齐全, 比例协调, 风味独特, 是南方沿海极具开发前景的经济物种^[16]。双齿围沙蚕的生活习性使得其能够有效摄食养殖生物残饵, 排泄物以及动植物残体而缓解养殖系统底部环境^[17]。此外, 沙蚕掘穴、呼吸、摄食带来的生物扰动可以增加养殖池底部沉积物和溶解氧的接触面积, 促进有机质的矿化分解, 加速较底层沉积物中 N、P 的释放^[18], 能进一步改善养殖池环境质量。系统中沙蚕合理的混养密度是系统取得良好养殖效益的关键因素, 过低的放养密度达不到改良养殖环境的作用, 过高的放养密度则会导致沙蚕饵料不足引起自身残食或残食较小型的混养生物, 如: 对虾苗等, 且死亡的沙蚕腐烂易引起环境恶化, 使得养殖效益下降^[19-20]。于幼小沙蚕, 张志南^[21]认为养殖池底密度保持在 400 ~ 600 ind/m² 便可维持较

好的沉积物环境。邓锦松等^[22]也指出密度控制在 0.2~0.6 kg/m²即可获得不错的环境与经济效益。而丁理法等^[7]在开展沙蚕人工养殖时,采用放养密度为 30 kg/hm²的亲沙蚕体同样取得了很好的经济效益。本实验中通过处理鱼+沙蚕(FP)及处理单养鱼(F)的比较,体现了沙蚕对于养殖环境尤其是沉积物环境良好的修复作用,以及对于养殖生物产量和品质的促进功效。虽然,对于系统沉积物的修复效果主要体现在表层 1~2 cm 和次表层 2~4 cm,但是考虑到本次实验的规模不大且持续时间较短以及较高的氮、磷历史本底值,其中沉积物中总氮实验总均值为 0.75 mg/g 已超过二类标准(超标倍数为 1.38),而总磷 0.55 mg/g 要远高于象山港均值 0.24 mg/g^[23],沙蚕对于系统沉积物 POM(氮、磷污染物)的修复已经取得了很好的效果。

在具沙蚕处理(FP & FGP)中,沙蚕不同的初始放养密度造成了系统沉积物质量以及养殖生物产量的差异。对于沉积物中的去除效果,高放养密度的处理总体上要优于低放养密度的处理,这一点主要体现在处理 I 和处理 III 上,两者的差异显著($P < 0.05$)。处理 III 沉积物中氮、磷含量虽然要略低于处理 II,但是两者仅在实验后期有显著差异($P < 0.05$),前期差异并不显著($P > 0.05$)。同样在对养殖生物产量及品质的比较上,较高放养密度的处理,处理 II 和处理 III 中的黑鲷产量、成活率、体重等均要显著高于处理 I ($P < 0.05$)。但这些指标在处理 II 和处理 III 之间并没有显著差异($P > 0.05$),在 FGP 处理中的各指标反而是处理 II 要优于处理 III。这一点在沙蚕的产量上体现的更加明显,若考虑初始放养密度,沙蚕的投入产出比处理 II 显著优于处理 III,是其的 1.3 倍。这可能是由于处理 III 30 kg/hm²的放养密度,对于没有额外投饵的系统相对过高,从而导致较高的死亡率所引起。

综合环境、资源效益及投入产出效益,在不进行额外投饵的系统中,22.5 kg/hm²的沙蚕亲体放养密度就能够对系统环境尤其是沉积物环境起到良好的修复作用,且能够有效地提高养殖系统的经济效益。此外,在收捕沙蚕时发现,有大量的幼小沙蚕存在,故若从长期修复来看,该初始放养密度可较好地达到要求。

参考文献:

- [1] NAYLOR R L, GOLDBURG R J, PRIMAVERA J H, *et al.* Effect of aquaculture on world fish supplies [J]. *Nature*, 2000, 405: 1017-1024.
- [2] 杨美兰, 钟彦, 林燕棠. 大鹏湾南澳养殖水域的氮、磷含量特征[J]. *热带海洋*, 1998, 17(2): 74-81.
- [3] 林钦, 李纯厚, 林燕棠, 等. 柘林湾网箱养殖对周围海域环境的影响[J]. *华南师范大学学报: 自然科学版*, 1998(增刊): 36-46.
- [4] CHOPIN T. Integrated multi-trophic aquaculture [J]. *Northern Aquaculture*, 2006, 1: 4.
- [5] 徐永健, 陆开宏, 韦玮. 大型海藻江蓠对养殖池塘水质污染修复的研究[J]. *中国生态农业学报*, 2007, 15(5): 156-159.
- [6] 徐永健, 韦玮, 钱鲁闽. 菊花江蓠对陆基围隔高密度对虾养殖的污染净化与水质调控[J]. *中国水产科学*, 2007, 14(3): 430-435.
- [7] 丁理法, 蒋霞敏. 双齿围沙蚕苗种培育和生态养殖试验报告[J]. *齐鲁渔业*, 2006, 23(1): 10-12.
- [8] 汤坤贤, 焦念志, 游秀萍, 等. 菊花心江蓠在网箱养殖区的生物修复作用[J]. *中国水产科学*, 2005, 12(2): 156-161.
- [9] XU Y J, WEI W, FANG J G. Effects of salinity, light and temperature on growth rates of two species of *Gracilaria* (Rhodophyta) [J]. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 2009, 27(2): 350-355.
- [10] JONES A B, DENNISON W C, STEWART G R. Influence of nitrogen source and availability on amino acids pigments and tissue nitrogen of *Gracilaria edulis* (Rhodophyta) [J]. *J Phycol*, 1996, 32: 757-766.
- [11] TIDWELL J H, COYLE S D, WBSTER C D, *et al.* Relative prawn production and benthic macro-invertebrate density in under organically fertilized and fed pond system [J]. *Aquaculture*, 1997, 149: 227-242.
- [12] AHLGREN M O. Consumption and assimilation of salmon net penfouling debris by the red sea cucumber *Parastibhpus californicus* implication for polyculture [J]. *J World Aquac Soc Phycol*, 1998, 29: 133-139.
- [13] NEORI A, CHOPIN T, TROELL M, *et al.* Integrated aquaculture: rationale evolution and stare of the emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture [J]. *Aquaculture*, 2004, 231: 361-391.
- [14] 袁秀堂, 杨红生, 周毅, 等. 刺参对浅海筏式贝类养殖系统的修复潜力 [J]. *应用生态学报*, 2008, 19

- (4):866-872.
- [15] 王吉桥,程鑫,杨义,等.不同密度的虾夷马粪海胆与仿刺参混养的研究[J].大连水产学院学报,2007,22(2):102-108.
- [16] 黄晓春,苏秀榕,苏月萍.沙蚕和星虫的营养成分研究[J].水产科学,2005,24(6):10-11.
- [17] 张青田,胡桂坤.双齿围沙蚕摄食自然沉积物的研究[J].天津科技大学学报,2008,23(3):26-29.
- [18] HANSEN O. Impact of microfaunal recolonization on benthic metabolism and nutrient fluxes in a shallow marine sediment previously overgrown with macroalgal mats [J]. *Estuarine Coastal and Shelf Science*,1997,45:613-628.
- [19] 周一兵,谢祚浑.虾池中日本刺沙蚕的次级生产力研究[J].水产学报,1995,19(2):140-150.
- [20] 王诗红,张志南.中国对虾对日本刺沙蚕的设施率研究[J].海洋与湖沼,1998,29(5):482-487.
- [21] 张志南,孙文林,于子山,等.日本刺沙蚕大规模移植的生态学研究[J].海洋与湖沼,1993,24(5):520-526.
- [22] 邓锦松,马甦,牛化欣,等.投放双齿围沙蚕养殖中国明对虾实验研究[J].海洋湖沼通报,2007(2):135-141.
- [23] 周占平,项有堂,蔡燕红,等.海水养殖对海洋生态系统的影响[M].北京:海洋出版社,2002:34-35.

Removing POM of sediment by *Perinereis aibuhitensis* Grube in earth pond

XU Yong-jian^{*}, LU Guang-ming, GE Qi-wei

(Key Laboratory of Applied Marine Biotechnology, Faculty of Life Science and Biotechnology,
Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Rapid development of mariculture supplied the demand of quality protein for human, meanwhile, also resulted in environmental degradation and ecological imbalance. For this reason, lots of maricultureecological models for improving cultured environment were suggested. Among them, seaweeds/macroalgae were introduced into the system and produced environmental effects. However, macroalgal effect was only restricted in water column, with no effect to improve quality of sediment. This article investigated three-dimensional effects of improving environmental quality by introducing benthos and seaweed into the system. Different stocking densities of benthos (*Perinereis aibuhitensis*) were introduced into the cultured systems that only had fish(F) or fish + seaweed(*Gracilaria lichenoides*) to investigate the effect of benthos on removing POM of sediment and the most optimal density of benthos to build an integrated mariculture system(IMCS). The results showed that the benthos made remarkable effect of reducing POM in sediments. Compared with the system that only has fish(F model), the contents of nitrogen(N) and phosphorus(P) in sediments decreased by 9.59% – 10.47% and 7.11% – 8.18%, respectively in the models of FP(fish + benthos) and FGP(fish + seaweed + benthos). And the stocking density of benthos had a significant impact on the removal of POM in the sediment. The models with the densities of 22.5 kg/hm² and 30 kg/hm² had better environmental benefits than the one with 15 kg/hm², and there were no differences between the two high densities models. Considering this two treatments' remediation effects and culture benefits, 22.5 kg/hm² of benthos' density can promote the culture benefit and improve the sediment environment.

Key words: *Perinereis aibuhitensis*; optimum density; land-base culture; sediment; remediation

Corresponding author: XU Yong-jian. E-mail: xuyongjian@nbu.edu.cn