

·研究简报·

混养罗非鱼对对虾池浮游生物群落结构的影响*

The impacts of tilapia polycultured in shrimp ponds on the structure of plankton communities

张鸿雁 李德尚¹ 王 岩²

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

(1 教育部水产养殖开放研究室, 青岛海洋大学, 青岛 266003)

(2 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

Zhang Hongyan Li Deshang¹ Wang Yan²

(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

(1 Aquaculture Research Laboratory, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003)

(2 Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

关键词 中国对虾, 红罗非鱼, 混养, 浮游生物, 群落结构

Key words *Penaeus chinensis*, *Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*, polyculture, plankton, community structure

关于滤食性或杂食性鱼类对水体浮游生物群落结构的影响, 国内外已做过很多工作。罗非鱼作为以浮游生物为主的杂食性鱼类不仅能够直接利用水体中的浮游生物等天然饵料, 还通过自身的摄食和代谢活动对浮游生物群落结构产生影响^[1-4]。Drenner 等^[5]研究罗非鱼在 Kinneret 湖中对浮游生物的摄食选择性后指出, 罗非鱼对浮游动物和大型浮游植物具有压制作用, 同时能促进超微浮游植物的发展。因此养殖池塘中放养一定数量的罗非鱼, 不仅能够提高池塘的物质利用效率, 还会起到稳定养殖环境的作用。本文结合台湾红罗非鱼(*Oreochromis mossambicus* × *O. niloticus*)和中国对虾(*Penaeus chinensis*)混养实验, 探讨罗非鱼对对虾池浮游生物群落结构的影响。

1 材料与方法

红罗非鱼购自青岛市罗非鱼良种场, 体重 70.0~126.1 g, 实验前进行了海水驯化; 中国对虾来自山东省海阳市黄海水产集团总公司虾场五分场, 体重为(0.55±0.04) g。

采用陆基围隔实验法^[6], 实验分 2 期进行:

第 1 期实验为 1996 年 6 月 18 日~8 月 7 日, 进行投饵鱼虾混养实验, 共用 3 个围隔(A₁, A₂, A₃)。罗非鱼放养在网箱中, 使其主要发挥滤食作用, 以免与中国对虾争夺饵料。

收稿日期: 1998-11-16

* 本研究为国家攀登 B 计划(PD-B6-7-3)专题, 国家自然科学基金重点项目(39430102 号), 国家九五攻关计划(96-922-02-02)专题和山东省科委项目(鲁科计(93)第 42 号)的部分结果

网箱直径为 0.7 m, 高为 1.2 m, 网目为 3.0 cm。每个围隔中放 4 个网箱, 每个网箱放 1~2 尾罗非鱼, 围隔 A₁、A₂、A₃ 中罗非鱼放养量分别为 4、6、8 尾; 每个围隔中各放对虾 150 尾。每日定期向网箱外的对虾投饵。视透明度大小施无机肥(磷酸二铵和尿素), 以保持透明度为 40~60 cm。

第 2 期实验为 1996 年 8 月 20 日~9 月 19 日, 单养罗非鱼实验。将第 1 期实验 3 个围隔中罗非鱼从网箱中放出, 散养在围隔中, 再设 3 个罗非鱼较大密度的围隔, 共 6 个围隔。这样 A₁~A₆ 围隔的罗非鱼放养量分别为 4、6、8、10、20、30 尾。不投饵, 视透明度大小施肥养殖。

实验中每 5 d 进行 1 次浮游生物的采样和测定: 在距离围隔一边 1 m 处, 用 5 L 有机玻璃采水器, 在水面下 0.5 m 处采水样(浮游植物采 1 L, 浮游动物采 10 L)。浮游植物用碘液、浮游动物用福尔马林溶液固定 24 h, 浓缩, 在显微镜下计数。浮游生物生物量的测定是先测定各个种类平均体积的大小, 然后按比重为 1, 换算为个体均重, 乘以个数求得生物量。chl-a 的定量是用分光光度法。用常规方法监测水温、盐度和透明度等。

为了更好地探讨罗非鱼在海水中对浮游生物的影响, 我们做了围隔中挂玻璃水族箱的原位实验。将水族箱悬挂于围隔中, 不加盖, 水族箱口位于水面以上 20 cm, 不与围隔里的水进行交换。共进行 3 个水族箱实验。

实验 1: 罗非鱼对浮游植物的影响 在围隔中挂水族箱 3 个, 内装 60 L 经 300 目浮游生物网过滤海水, 以排除浮游动物的影响。分别放养 0、1、2 尾鱼。每天测 chl-a 1 次, 实验进行 5 d。

实验 2: 罗非鱼对桡足类的摄食 2 个水族箱, 放入相同密度的桡足类, 其一放入罗非鱼 1 尾, 另一为空白对照。2 d 计数 1 次桡足类数量, 实验进行了 4 d。

实验 3 罗非鱼对糠虾的选择摄食 2 个水族箱各放入 1 尾鱼, 并分别放入 507 尾和 401 尾糠虾, 再放入大量的桡足类, 1 d 后计数糠虾和桡足类的数量。

2 结果与讨论

2.1 罗非鱼对浮游植物的影响

2.1.1 罗非鱼对浮游植物大小组成的影响 Drenner 等^[2]

报道标准体长为 4.3~18.7 cm 的罗非鱼选择 $\geq 25 \mu\text{m}$ 的颗

粒, 据此将围隔中的浮游植物分为大型 ($\geq 25 \mu\text{m}$) 和小型 ($< 25 \mu\text{m}$)。各围隔中大型和小型浮游植物生物量的比例, 以及出现最大值时围隔出现的优势类群见表 1 (第 2 期实验的 A₂ 发生原甲藻水华, 情况特殊, 未列入表中)。

从表 1 可以看出, 主要是甲藻直接影响浮游植物大小比例的变化。长期放养罗非鱼或高密度放养罗非鱼, 有使浮游植物小型化的趋势, 且种类发生变化, 甲藻多数得到控制。这与 Vingard^[4] 的结论一致。他认为罗非鱼对浮游动物和大型浮游植物原甲藻有最大摄食, 而对小型浮游植物无有效的滤食。

表 1 各围隔中浮游植物大型对小型种类生物量之比以及出现最大比值时的优势类群

比值 ratio	第 1 期实验 first period				第 2 期实验 second period			
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
平均值 mean	5.87	0.56	2.64	10.79	0.37	20.76	0.35	0.26
最小值 minimum	0.09	0.01	0.00	0.17	0.06	0.96	0.10	0.08
最大值 maximum	42.96	2.26	40.84	40.84	1.02	103.46	1.28	0.89
优势类群 dominant groups	甲藻 Pyrrophyta	甲藻 Pyrrophyta	甲藻、硅藻 Pyrrophyta Bacillariophyta	甲藻 Pyrrophyta	裸藻 Euglenophyta	甲藻 Pyrrophyta	甲藻、硅藻 Pyrrophyta Bacillariophyta	硅藻 Bacillariophyta

2.1.2 罗非鱼对浮游植物生物量的影响 在第 1 期实验中 (图 1), A₁ 有 1 个主要由原甲藻形成的高峰, A₂、A₃ 浮游植物生物量一直很低, A₂ 变化比较平稳, A₃ 后期有所上升, 而此时浮游植物已小型化。

图 2 表明, 随着罗非鱼数量增加, chl-a 增大。可见罗非鱼能促进小型浮游植物的增长。但 4 d 以后 chl-a 开始下降, 可能是因为水体中的营养物质被生物固定而减少, 浮游植物生长受限。因此要保持生态系统的稳定发展, 还需有外源营养盐输入。

2.2 罗非鱼对浮游动物的影响

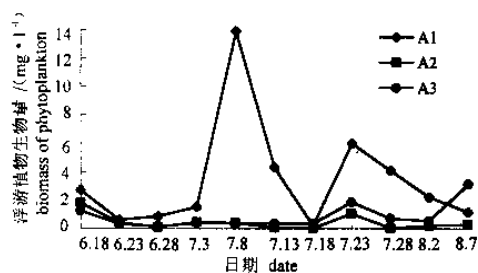


图 1 各围隔浮游植物生物量的变化

Fig.1 Variations of phytoplankton biomass in the enclosures

2.2.1 罗非鱼对浮游动物生物量的影响

在第 1 期实验中 (图 3), A₂ 和 A₃ 中浮游动物生物量明显表现出前高后低的趋势。A₃ 只在后期出现 1 个小高峰, A₁

则前期近于低水平上, 后期有 1 个小高峰。说明罗非鱼压制了浮游动物的发展。

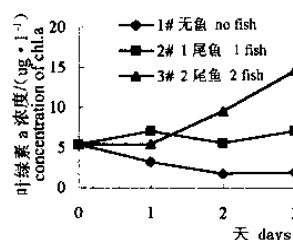


图 2 罗非鱼的放养量与浮游植物叶绿素 a 变化的关系

Fig.2 Relationship between the stocked number of tilapia and concentration of chl-a

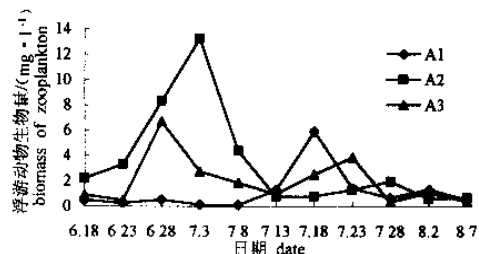


图 3 各围隔浮游动物生物量的变化

Fig.3 Variations of zooplankton biomass in the enclosures

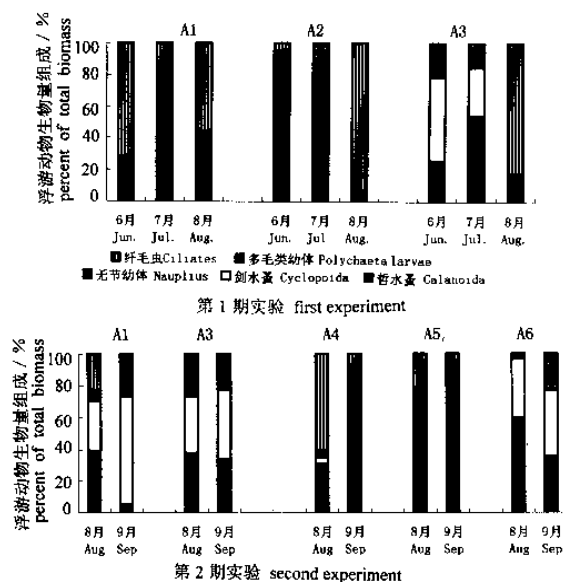


图4 各围隔浮游动物组成变动情况

Fig.4 Variations of zooplankton biomass composition in each enclosure

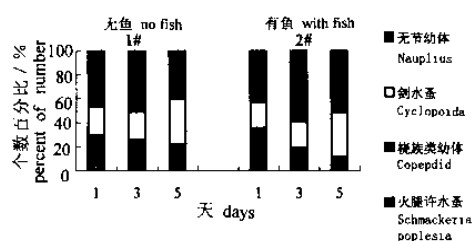


图5 水族箱中桡足类组成变动情况

Fig.5 Variations of copepod composition in the aquariums

2.2.2 罗非鱼对浮游动物组成的影响

实验结果(第2期实验的A₂发生原甲藻水华,情况特殊,未画入图4中)显示,第1期实验各围隔中哲水蚤所占比

例在7月都有所增加,8月有不同程度的下降。A₃围隔中哲水蚤受到明显的压制,剑水蚤呈下降趋势。8月浮游动物主要由无节幼体和纤毛虫组成。第2期实验时间较短,在长期放养的围隔(A₁和A₃)和高密度放养的围隔(A₆)中,哲水蚤受到压制。

水族箱实验2中,无鱼时,成体火腿许水蚤变化不大,哲水蚤幼体数量一直很低,剑水蚤数量逐渐增加,无节幼体出现1个峰值(图5)。当有鱼存在时,火腿许水蚤成体显著下降,其余组成都有所增加。可见罗非鱼对成体火腿许水蚤(>0.9 mm)表现出显著的选择性,而对比较小的浮游动物,则无明显的选择性摄食。

水族箱实验3中,16 h后两个水族箱中桡足类数量未有明显减少,而糠虾则分别剩余14尾和4尾。罗非鱼对糠虾的选择性较强。在糠虾存在的条件下,对个体相对较大的桡足类如成体火腿许水蚤也无明显选择性摄食。

可见,罗非鱼总是选择摄食水体中较大个体的浮游动物。这与Bowen^[7]提出的罗非鱼最大生长选择摄食模式相一致。

参考文献

- 1 阮景荣, 戎克文, 王少梅, 等. 罗非鱼对微型生态系统浮游生物群落和初级生产力的影响. 应用生态学报, 1993, 4(1): 65~73
- 2 Drenner R W, S R Taylor, et al. Particle - Grazing and plankton community impact of an omnivorous cichlid. Trans Am Fish Soc, 1984b, 113: 397~402
- 3 Gophen, et al. Cichlid stocking and the decline of the Galilee Saint Peter's fish (*Sarotherodon galilaeus*) in Lake Kinneret, Israel. Can J Fish Aquat Sci, 1983, 40: 983~986
- 4 Vinyard G L, et al. An experimental study of the plankton community impacts of two omnivorous filter - feeding cichlids, *Tilapia galilaea* and *T. aurea*. Can J Fish Aquat Sci, 1988, 45: 685~690
- 5 Drenner R W, G L Vinyard, et al. Feeding behavior of the cichlid, *Sarotherodon galilaeus*, selective perdition of Lake Kinneret zooplankton. Hydrobiologia, 1982, 87: 17~20
- 6 李德尚, 杨红生, 王吉桥, 等. 一种池塘陆基实验围隔. 青岛海洋大学学报, 1998, 28(2): 199~204
- 7 Bowen S H. Feeding, digestion and growth - qualitative considerations. In: International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM) Conference Proceeding 7. Manila. ICLARM, 1982, 141~156