

虾池浮游植物群落特征及其与虾病的关系

郭 皓 于占国

(国家海洋环境监测中心 大连 116023)

提要 1991年6月至9月对大连地区3个虾场养殖的中国对虾及虾池浮游植物群落进行了调查,研究了虾池浮游植物群落的组成结构、数量分布、演替特征及其与虾病之间的关系。结果表明,虾池浮游植物群落组成和数量分布具有较大的突发性;优势种单一,多为赤潮生物种类,有些种类原本为底栖生活;群落演替时间短,变化快;养殖对虾发病症状为红腿和黄鳃,严重者出现死亡。浮游植物的总量尤其是赤潮种类的总量与对虾的发病程度有正相关性;群落中物种多样性指数(H 值)与虾病程度有负相关性。这对深入了解虾池浮游植物群落特征,改善虾池水质,综合治理虾病具有一定的预报、预防及指导意义。

关键词 虾池,浮游植物,群落特征,虾病,相关性,赤潮生物,多样性指数

浮游植物在海洋的物质循环和能量流动过程中起着重要作用。它是海洋生态系统的初级生产者,为海洋动物提供了重要的食物来源。由于海水富营养化程度的增加和其他因子的综合作用,某

收稿日期:1994年4月13日

1996年第1期

39

些种类大量繁殖形成赤潮,造成一些海洋生物的死亡,严重破坏了海洋生态系统的平衡,对渔业及水产养殖业造成巨大的经济损失,并有可能对人类的健康构成威胁。

国内外学者对浮游植物在海洋中的地位和作用进行了大量的研究,但对虾池中浮游植物群落特征研究甚少。而虾池的富营养化程度远高于自然海区,更容易引发赤潮并对养殖对虾造成危害。本文研究了虾池浮游植物群落特征及其与虾病的关系,目的在于给对虾养殖业的发展起到一些作用。

1 材料与方法

在大连地区选择3个虾场(长甸堡、碧流河及东小磨虾场),每个虾场各选1个虾池进行取样调查。其中东小磨虾场调查时间从1991年6月25日~9月11日,每7d采样1次;另外两个虾场从8月6日~9月16日,每5d采样1次。

浮游植物样品使用1000ml采样瓶采集虾池及沿岸海水(虾池进水),样品用5%的HCHO溶液固定,采用个体计数法进行定量和定性分析^[1],结果采用Shannon-Weiner指数计算物种多样性,计算公式为 $H = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\log_2 P_i)$ 。其中, H 为物种多样性指数, S 为物种数, P_i 为属于第*i*种在全部采样中的比例($P_i = \frac{n_i}{N}$), n_i 为第*i*种的个体数, N 为所有种的个体总数^[2]。

对虾的生长情况采用现场取样观测及随访相结合。

2 结果与讨论

2.1 群落特征

2.1.1 浮游植物的群落组成

从3个虾场的虾池及虾池进水中共采集浮游植物计硅藻15科26属45种;甲藻6科8属13种;其他藻类5科6属7种。

长甸堡虾场位于普兰店湾。据1990年6月调查结果,该湾浮游植物为硅藻20属42种,甲藻7种,蓝藻1种,优势种为5个类群,主要为丹麦细柱藻(*Leptocylindrus danicus*)、菱形藻(*Nitzschia* sp.)和角刺藻(*Chaetoceros* sp.)。浮游植物数量分布范围101~4410个/L,平均为697个/L^①,本调查共检出硅藻22种,甲藻8种。其中虾池中硅藻20种,甲藻5种;进水中硅藻14种,甲藻6种。虾池水中浮游植物数量范围为177000~6.61×10⁸个/L,虾池进水中浮游植物数量范围为39300~3.47×10⁸个/L(图1a),优势种及其在浮游植物群落中所占的百分比如图2a所示。

碧流河虾场位于北黄海,以青堆子湾1987年10月调查结果为例,该湾浮游植物计硅藻70种,甲藻2种,其他藻类2种,优势种为有棘圆筛藻(*Coscinodiscus spinosus*)和窄隙角刺藻(*Chaetoceros affinis*)。浮游植物数量范围为9800~30000个/L,平均为20000个/L^[5]。本调查共检出硅藻29种,甲藻6种。其中虾池中硅藻20种,甲藻3种;进水中硅藻21种,甲藻4种。浮游植物数量范围虾池为130000~1.70×10⁹个/L,虾池进水为25500~2.86×10⁷个/L(图1b);优势种及其在浮游植物

① 赵曾春等,1991。海洋生物,中国海湾志(第二分册)。

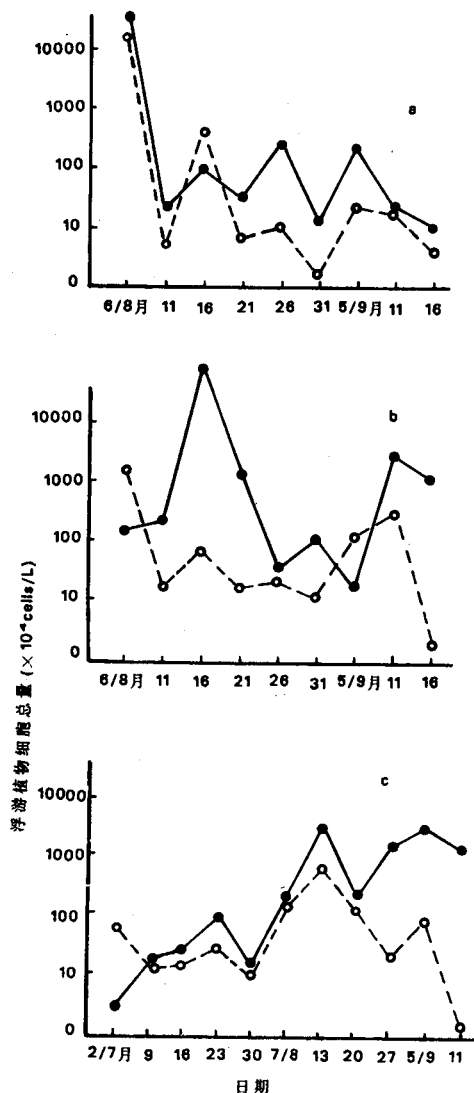


图 1 虾池及进水中浮游植物
a. 长甸堡; b. 碧流河; c. 东小磨; ● 虾池; ○ 进水
Fig. 1 The total number of the phytoplankton cells in shrimp pond and in coastal water

(*Amphiprona alata*), 波罗的海布纹藻(*Gyrosigma balticum*)等^[3]。对虾的养成期一般为5月上旬直到10月中旬,这期间由于季节和气候等条件改变,不同时间和空间的浮游植物数量增减幅度很大。同时随养殖时间的延长,虾池的水质和底质状况逐渐恶化,富营养化程度增加,并且随温度的升高,浮游植物群落的组成发生较大的改变,养殖前期一些羽纹硅藻如舟形藻(*Navicula*)等为优势种,养殖后期则由一些耐污性种类如菱形藻(*Nitzschia*)和骨条藻(*Skeletonema*)占优势^[4]。有些优势种为赤潮生物和有毒、有害赤潮生物,如夜光藻(*Noctiluca*)、裸甲藻(*Gymnodinium*)、膝沟藻(*Gonyaulax*)等^[8,11]。浮游植物群落中优势种单一,优势度明显,优势种的变化较大(图2)。虾池浮游植物总量要高于沿岸水

群落中所占百分比如图2b所示。

东小磨虾场位于营城子湾,据1990年5月份调查结果,该湾浮游植物计硅藻27种,甲藻5种,其他藻类1种。优势种为密连角刺藻(*Chaetoceros densus*)和长菱形藻(*Nitzschia longissima*)。浮游植物的数量范围 $5.38 \times 10^2 \sim 3.85 \times 10^2$ 个/L,平均为 2.15×10^2 个/L^①。本调查共检出硅藻35种,甲藻10种,其他藻类7种,其中虾池中硅藻24种,甲藻5种,进水中硅藻32种,甲藻5种,其他种类各6种。浮游植物数量范围虾池为 $49\ 600 \sim 5.37 \times 10^7$ 个/L;虾池进水为 $46\ 800 \sim 7.77 \times 10^6$ 个/L(图1c)。优势种及其在群落中所占百分比如图2c所示。

海洋中浮游植物的分布是不均匀的,呈现出高密度的团块分布模式^[7]。虾池进水源自沿岸海域,不同时间,不同区域海水中浮游植物群落组成差异很大。从调查结果可以看出,外海水域浮游植物的种类要多于虾池中浮游植物种类,但其数量远少于虾池及虾池进水。这是由于近岸海域生态系统处于相对稳定的平衡阶段,机会种的生长受到诸如营养盐、温度等各方面因子的限制,浮游植物的数量不高,但种类多样,可包括很多的生态类群。虾池由于投饵和对虾的排泄作用使水中各种无机和有机成分的含量增加,浮游植物赖以生长的氮、磷等物质丰富,属于相对富营养化的生境类型,为浮游植物的生长提供了充足的营养条件,有可能使某些种类尤其是机会种大量繁殖。虾池以其特有的生境类型构成了一个独特的生态系统。虾池水较浅,水深一般在1.5~2m之间,由于换排水、风力、投饵、对虾游动等因素的作用可引起虾池水不同程度的垂直混合,容易使一些底栖硅藻或其他藻类进入水中呈悬浮状态,如翼茧形藻

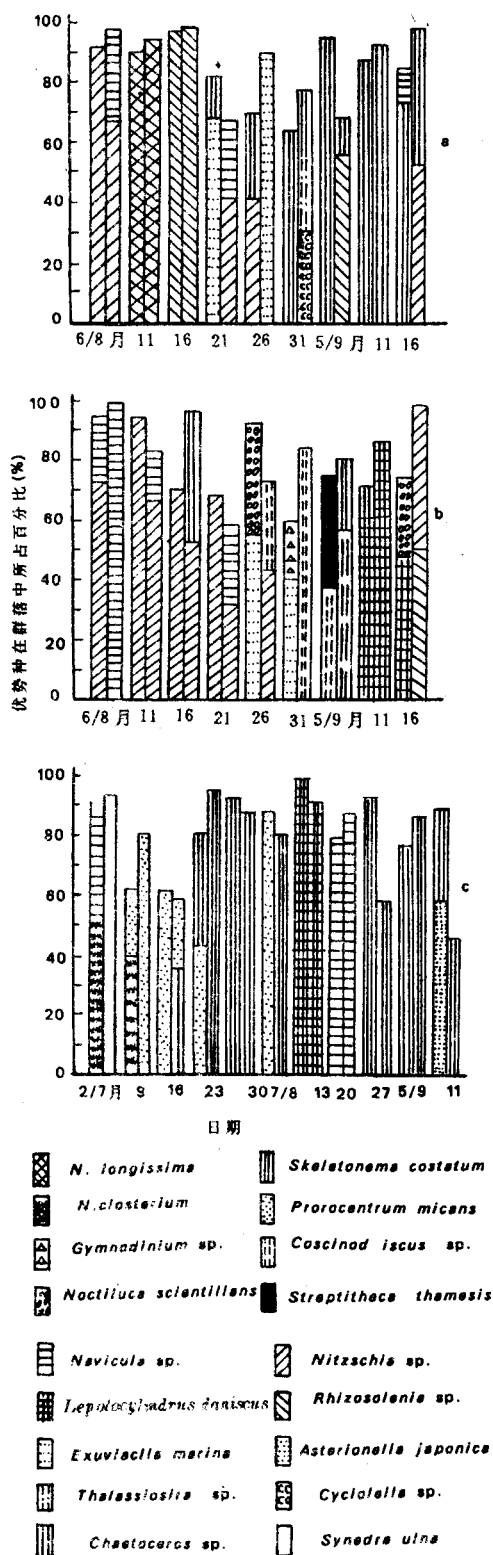


图2 优势种在浮游植物群落中的百分比

a. 长甸堡; b. 碧流河; c. 东小磨; 左: 虾池; 右: 进水
Fig. 2 The percentage of dominant species in phytoplankton communities

(即虾池进水)和外海水(图1)。

2.1.2 浮游植物的群落演替

由图2可以看出,浮游植物群落的变化有较大的突发性,短短几天就可能由一个群落迅速转变为另一个群落。如长甸堡虾场,8月6~31日6次调查中,群落组成发生6次变化,其群落变化为菱形藻、长菱形藻、根管藻、甲藻-骨条藻、菱形藻-骨条藻群落转变为中肋骨条藻群落。这也说明了养成后期一些耐污种类如中肋骨条藻等能在虾池中很好地生长。

图2还显示出以下特点:一是浮游植物群落组成中的优势种较单一,由单一优势种形成顶级群落的情况占大多数,并且其数量也占绝对优势;二是虾池浮游植物群落组成中常由一些底栖藻类成为优势种并形成顶级群落。如东小磨虾场8月20日和碧流河虾场8月6日优势种为舟形藻属(*Navicula*),在群落组成中占90%以上,而舟形藻(*Navicula*)则多表现为底栖生活类型;三是随时间推移,浮游植物群落组成也发生变化,优势种多为耐污和赤潮种。

2.1.3 浮游植物群落中物种的多样性指数(H)

Shannon-Weiner 多样性指数测量了群落的异质性,多样性指数(H)越大,其信息含量即未确定的量就越大^[2]。从生态学的角度来看,水域富营养化的主要表征是过量的营养盐和有机物引起的植物种类组成发生变化,多样性指数降低。本研究统计结果(表1)与所调查虾池水质的实际情况较为吻合,多样性指数越低,虾池富营养化程度越高,水质条件越差。

据以往调查^[1,6],虾池及虾池进水中浮游植物的多样性指数要小于该地区外海水域中的情况。如长甸堡外海多样性指数的平均值为2.76,本调查 H 平均值分别为0.59和0.99;东小磨外海 H 平均值为1.83,本调查 H 平均值为1.01和0.86;碧流河虾池及进水 H 平均值分

别为 0.99 和 1.16。从以上数据可以得出外海水域中浮游植物的种类要多于虾池中种类,这与实际情况也相吻合。

表 1 虾池及虾池进水中浮游植物的多样性指数(H)

Tab. 1 The diversity index of phytoplankton communities in prawn pond and in coastal water

虾 池		H 值										$\bar{H}$
		8月6日	11	16	21	26	31	9月5日	10	16		
长甸堡	虾池	0.48	0.46	0.24	1.44	0.08	1.53	0.03	0.48	0.60	0.59	
	进水	0.90	0.40	0.04	2.01	0.42	2.11	1.66	0.41	1.32	0.99	
碧流河	虾池	1.11	0.78	0.002	0.84	1.27	1.21	1.74	0.33	1.66	0.99	
	进水	0.18	1.40	1.25	1.25	1.84	0.60	1.65	1.29	1.00	1.16	
东小磨	日期	7月2日	9	16	23	30	8月7日	13	20	27	9月3日	11
	虾池	1.36	1.44	1.29	1.58	0.59	0.91	0.12	1.12	0.67	1.01	1.01
	进水	0.34	0.79	1.79	0.37	0.89	0.87	0.52	0.60	1.60	0.86	0.86

2.2 浮游植物和虾病的关系

2.2.1 浮游植物种类、数量与虾病程度的关系

对虾的发病原因大致可归纳为生物性致病和非生物性致病两大类,其中某些藻类可引起对虾的呼吸障碍和中毒性疾病。如角刺藻(*Chaetoceros gracilis*)会释放出毒素引起对虾死亡。一些蓝绿藻如裂丝藻(*Schizothrix calcicola*)和盐泽螺旋藻可能引起对虾的血球肠炎,并由于破坏了对虾的肠粘膜引起渗透压失调和中肠营养吸收障碍引起对虾的死亡;或由于二次细菌感染引起死亡^[6]。某些藻类或死亡后的藻体粘附在海洋动物鳃上妨碍其呼吸作用而引起死亡。

以长甸堡为例,8月16日虾池及沿岸海水水中出现大量根管藻(*Rhizosolenia* sp.),数量高达100 000个/L,在群落中占90%以上。从对虾发生大面积死亡且沿岸海水中也出现大量的鱼、虾、贝类死亡的情况看,该种对生物具有一定的毒害作用。

又如碧流河虾场,养成后期虾池中浮游植物优势种常为夜光藻、丹麦细柱藻等赤潮种类,数量范围均在50 000个/L以上,对虾持续出现病症和死亡。东小磨虾场则以中肋骨条藻、舟形藻等耐污种类为主,对虾的生长情况一直较稳定,未出现大的波动。

2.2.2 浮游植物多样性指数和虾病程度的关系

长甸堡虾池,从8月6~16日, H 值从0.48降为0.24,虾池中浮游植物总量均在100 000个/L以上,且16日对虾出现严重的病症和发生大面积死亡。其后虾池中的 H 值一直较低,除21日和31日两天外,其余的 H 值在0.03~0.60间波动,该虾场的对虾生长情况不良,持续出现红腿和黄鳃病症并时有死虾。碧流河虾场多样性指数波动较大,最小值0.002,最高值1.74。对照发现该虾池浮游植物组成中有毒赤潮生物种较多,如8月26,31日两次调查优势种均为裸甲藻(*Gymnodinium* sp.)。该池对虾的病症一直较明显,并时有死虾现象。东小磨虾场多样性指数平均在1.01,除养成中期如7月30日~8月13日有几次低于1.0外,其余多在1.0以上。该虾场对虾有少量的红腿病出现,但未有严重病害发生。

如前所述,多样性指数的降低是由于水中富营养化程度增加,过量的营养盐和有机物引起水中浮游植物种类组成发生改变所致。虾池以其特有的群落组成方式较好地反映出这个结论。从水质情况分析,当 H 值低于1.0时,水质即不同程度地出现变色、散发气味等恶化的表征。从对虾的生长情况来看,也不同程度地出现病症和死亡现象,其发病程度与多样性指数的大小有负相关性。浮游植物的多样性指数从本质上反映出水质的状况的好坏程度。

2.2.3 赤潮生物类群对对虾生长的影响

大多数的赤潮是由浮游植物引起的,赤潮对水产养殖业造成的危害屡有报道^[14,15]。但由于虾池本身发生赤潮而引起对虾发病、死亡的情况则鲜有记载。本研究典型的例子是长甸堡虾场 8 月 16 日由于根管藻赤潮(*Rhizosolenia* sp.)引发对虾的大量死亡。本种个体长约 200~300 μ m,直径约 1.5 μ m,按赤潮标准^[10],该种在个体数达 100000 个/L 时即认为已形成赤潮,本调查其数量为 170 000 个/L。

碧流河虾场对虾发病情况较严重。8 月 31 日浮游植物优势种为裸甲藻和卵甲藻,总量为 194 000 个/L,9 月 10 日丹麦细柱藻为 5.4×10^6 个/L,9 月 16 日优势种为丹麦细柱藻和夜光藻,数量达 1.36×10^6 个/L,这些藻类均为赤潮生物,有些具有毒性或粘附性,并已达到赤潮标准。对虾的发病程度同浮游植物的种类和数量密切相关。东小磨虾池优势种为中肋骨条藻、长菱形藻等,也有一些赤潮生物如原甲藻和卵甲藻等为优势种,该处对虾未发生严重的病害和死亡。

3 结论

虾池中浮游植物群落特征,可概括为以下几点:(1) 群落组成包括浮游性种类和底栖性种类,其种类数目要少于外海水域中浮游植物种类;(2) 群落中优势种单一,优势度高,耐污性种类较多,有些为赤潮生物或有毒、有害赤潮生物;(3) 虾池及进水中浮游植物生物量远高于沿岸水域但种类要少于沿岸水域;虾池中藻类细胞数量高于进水中细胞数量;(4) 养殖后期,虾池中浮游植物耐污种类和赤潮生物种类增多;(5) 群落演替有突发性,时间短、速度快;(6) 群落的多样性指数代表了水质情况即水中富营养化程度。

虾池浮游植物种类和数量与对虾的发病程度有着密切的关系,尤其是赤潮生物类群,其数量与虾病程度有正相关性;物种的多样性指数与虾病程度有负相关性。研究虾池浮游植物的群落特征,不仅能在生物学基础上了解浮游植物群落的组成、结构、发生、发展和演替过程,也能从浮游植物的种类、数量、物种的多样性指数等因子的变化中掌握和了解虾池水质和整个虾池生态系统的变化规律,从而作到早期预报、预测和预防因浮游植物特别是有毒、有害、赤潮生物的大量繁殖而引起对虾的发病、死亡。这对综合治理虾病,改善水质条件,争取高产、稳产具有一定指导意义。

参考文献

- [1] 国家海洋局,1991。海洋监测规范。海洋出版社,629~653。
- [2] 华东师范大学等编,1988。动物生态学。高等教育出版社,247~249。
- [3] 金德祥等,1982。中国海洋底栖硅藻类。海洋出版社。
- [4] 沈亮夫,1983。海洋环境科学 4(1):14~23。
- [5] 中国海湾志编纂委员会,1991。中国海湾志(第一分册)。海洋出版社。
- [6] 张伟权,1991。海洋科学 1:2~7。
- [7] K·H·曼著,蔡福龙等译,1989。近岸水域生态学,海洋出版社。
- [8] Metting B & Pyne JW 著,朱明珍译,1987。海洋药物 3:46。
- [9] 于占国,1995。海洋环境科学 14(1):59~64。
- [10] 安达六郎,1973。昭和 48 年度日本海洋学会秋季大会讲演要旨集。日本海洋学会。
- [11] 桥本周久,1982。有毒プランクトン。恒星社厚生阁刊,9~19。
- [12] Yasuwo Fukuyo, Pornsilp Pholpunthin and Katsumi Yoshida, 1988. *Bulletin of Plankton Society of Japan* 35(1):9-20。

THE CHARACTERISTICS OF PHYTOPLANKTON COMMUNITY IN PRAWN POND AND THE RELATIONSHIPS WITH SHRIMP DISEASE

Guo Hao and Yu Zhanguo

(Intional Marine Environmental Monitoring Center Dalian, 116023)

Received: Apr. 13, 1994

Key Words: The characteristic of the phytoplankton community, Prawn pond, Coastal waters, Interrelation, Shrimp disease, Red tide

Abstract

The characteristics of phytoplankton community in prawn pond and the coastal water in Dalian area were studied here. The result shows that the structure of phytoplankton communities including a number of benthic populations were very different from that in ocean. The kinds of and the numbers of algae cells in prawn pond changed suddenly comparing with that in ocean. Many dominant species were pollution-tolerant species and toxogenic or harmful red tide organisms. Succession times of the dominant species were short and changed rapidly. There was a negative correlation between the diversity index of phytoplankton communities and a positive correlation between the kinds and numbers of the phytoplankton communities and the state of prawn growth.

台湾水产消息 • AQUATIC NEWS FROM TAIWAN

亚洲水产养殖现况与展望研讨会在台湾举行

为加强推动台湾与亚洲国家合作发展水产养殖,以达互惠互利,带动经济发展,由台湾经济部海外经济合作发展基金会、台湾省水产试验所东港分所与夏威夷海洋研究所共同主办的亚洲水产养殖现况、困境与展望国际研讨会,于是年 11 月 8~10 日在东港分所的会议室举行。

主题为虾类养殖与海水鱼养殖,虾类养殖的病害以及对生态环境造成的冲击仍然是当今各虾类养殖国家最头痛的问题。

而台湾在虾类养殖之外,近年来更兴起海水鱼类养殖,尤其在海水鱼苗的人工繁殖方面,更是快速成长。目前完成人工繁殖的种类已达 50 余种,其中十余种的年产量已达数亿至数千万尾不等。例如今年虱目鱼苗光是外销的数量已达 2×10^8 尾左右。因此,建设台湾成为亚太水产种苗的生产与供应中心颇被大家看好。而善用台湾的水产种苗生产技术,结合东南亚国家丰沛的水土资源与人力,合作发展海水鱼类养殖并开拓市场,建立共荣共利关系,应是今后亟待加强推动的课题。