

大连常江澳浮筏养殖贝类的饵料结构与浮游植物的关系

郭皓 闫启仑

(国家海洋环境监测中心, 大连 116023)

曹丽

(辽宁省海洋渔业开发中心, 大连 116021)

摘要 1995年6月29日至10月22日对大连市金州区常江澳(大李家湾)浮筏贝类养殖水域及近岸海域进行了调查。研究了该海域养殖贝类的胃含物与浮游植物的种类组成、个体大小与数量分布情况,并对两者关系作了初步分析。结果显示,养殖贝类胃含物及肠道食物残余主要为硅藻和有机碎屑;海区浮游植物的种类组成和个体大小适宜贝类摄食;饵料生物的种类丰富、数量充足,适于贝类生长及养殖需求。

关键词 浮筏养殖贝类,饵料结构,浮游植物

中图分类号 S968.31

海洋浮游植物是构成海洋初级生产力的主要成分,也是食物链中的一个重要环节[金德祥等 1965],其盛衰直接引起浮游动物、鱼类和贝类的相应变化。尤其在高密度的养殖环境中,贝类产量更是取决于浮游植物的质和量。近几年沿岸海域浮筏吊养经济贝类得到越来越广泛发展,养殖区域和养殖品种不断增加。对贝类养殖水域的选择原则,除满足一般海水养殖所需条件外,海区浮游植物群落的种类组成和数量分布力求与养殖贝类的摄食需求相一致。本文拟对养殖贝类的饵料结构与海区浮游植物之间的关系作一初步探讨。大李家湾位于黄海北部,1995年湾内贝类养殖台筏15 100多台,养殖面积3 429hm²,产量约4 800吨。主要养殖品种为海湾扇贝(*Argopecton irradians irradians*),栉孔扇贝(*Chlamys farreri*),太平洋牡蛎(*Crassostrea gigas*)、紫贻贝(*Mytilus edulis*)和少量的魁蚶(*Arca inflata*)。

1 材料与方 法

1.1 站位布 设

湾内共设12个站位(图1)。其中养殖区(筏区:1[#]~3[#],6[#]~8[#])和非养殖区(筏区外:4[#],5[#],9[#]~12[#])各设6个站位。

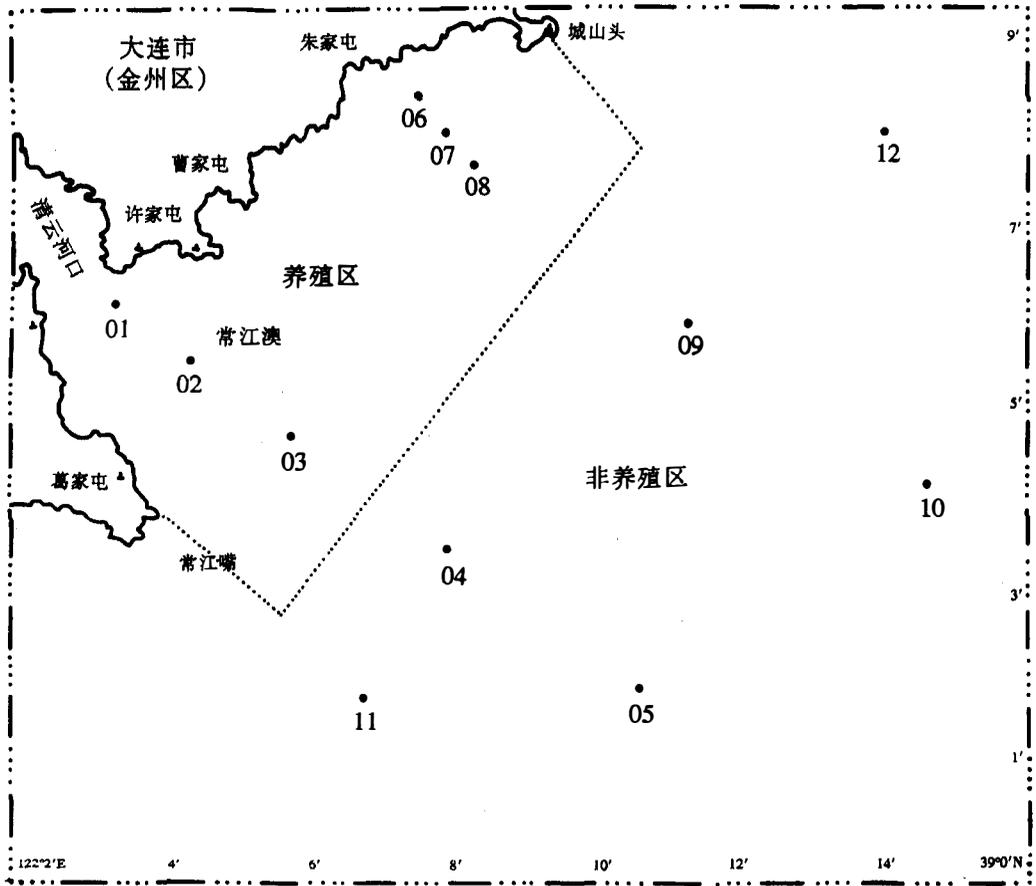


图1 常江澳(大李家湾)养殖区域分布及调查海区站位布设

Fig. 1 Distribution of aquacultural zone and survey stations in Changjiang'ao (Dalijia Bay)

1.2 浮游植物采集

按“海洋监测规范”规定[国家海洋局 1991],1995年6月29日至10月22日上述站位每月采集浮游植物样品一次,5%甲醛固定并进行个体分析。

1.3 贝类胃含物分析

自八月起每个航次随机采取养殖贝类(牡蛎和扇贝)数个,对其胃含物和消化道内食物进行分析。

2 结果和分析

2.1 浮游植物群落结构特征

据郭皓等(1999)的资料,浮游植物群落的结构具有以下特征:

2.1.1 浮游植物优势种种类组成

本调查共检出浮游植物84个种(包括变种),其中硅藻9科25属70种,甲藻4科4属13种,金藻1科1属1种。六、七、八三个月份的浮游植物优势种为琼氏圆筛藻(*Coscinodiscus jonesianu*)和虹彩圆筛藻(*C. oculus-iridis*);个别站位棱形角藻(*Ceratium fusus*)为优势种;九月份浮游植物种类繁多,优势种及其优势度均不明显,但尖刺菱形藻(*Nitzschia punjens*)和翼枝管藻纤细变型(*Rhizosolenia alata* f. *gracillima* Grun.)在大多数站位出现且数量较高;十月份整个海区浮游植物优势种均为翼枝管藻纤细变型,其次为窄隙角毛藻(*Chaetoceros affinis*)和旋链角毛藻(*C. curisentus*),但后两种所占比例较小。上述种类均为沿岸、广温性种[金德祥等 1965]。

2.1.2 浮游植物的数量分布

(1)季节分布。本调查分为夏、秋两季。夏季(六、七、八月份)各站位浮游植物数量较低(平均为 231.5×10^4 个/ m^3 细胞),秋季数量约为夏季的3.3倍(平均为 763.6×10^4 个/ m^3 细胞)。从六月到九月浮游植物数量逐渐上升,至九月份出现数量高峰(平均为 875.7×10^4 个/ m^3 细胞),十月份数量呈下降趋势。

(2)平面分布。浮游植物总的平面分布趋势为沿岸水域中的数量小于远岸水域中的数量。六、七、九月份近岸海区浮游植物数量相对较低,离岸越远,浮游植物数量越高;八月和十月调查海区中部浮游植物数量较高,近岸和远岸海区浮游植物数量较低。

(3)筏区内、外分布特征。筏区内、外浮游植物的数量分布略有差异。筏区外浮游植物的平均总量(632.8×10^4 个/ m^3 细胞)略高于筏区内浮游植物的平均总量(508.4×10^4 个/ m^3 细胞);筏区内浮游植物数量高峰期出现在10月,比筏区外滞后一个月,并且呈现逐月上升趋势;养殖区外缘水域中的数量高于沿岸区域。

2.2 养殖贝类胃含物检查结果

2.2.1 太平洋牡蛎胃含物检查结果

从随机采取的太平洋牡蛎胃肠道中发现约12种硅甲藻、大量泥砂和有机碎屑,其中硅藻类占绝大多数。种类、大小及个体数量情况见表1。

2.2.2 海湾扇贝胃含物检查结果

从随机采取的海湾扇贝的胃含物中分离和鉴定出单细胞藻类约12种,并发现较多砂、泥土、桡足类的残肢以及其他微型浮游动物,其种类、数量和大小情况见表2。

(1)郭皓,闫启仑,沈亮夫. 1999. 贝类湾筏养殖区内外浮游植物生态特征研究.

表1 太平洋牡蛎胃含物及消化道中浮游植物

Tab. 1 Phytoplankton in stomach-intestine of *Crassostrea gigas*

种 类	平均数量			大小 (μm)	种 类	平均数量			大小 (μm)
	八月	九月	十月			八月	九月	十月	
琼氏圆筛藻	24	9	2	112~280	尖刺菱形藻	—	25	7	5×105
虹彩圆筛藻	15	3	7	85~300	斜纹藻	1	4	—	25×150
具槽直链藻	8	18	—	10×12	翼枝管藻纤细变型	—	7	27	6×460
三角角藻广盐变种	3	—	—	200×180	长耳盒形藻	—	3	—	20×140
菱形藻	—	5	8	20×150	新月菱形藻	4	6	—	10×90
舟形藻	3	3	2	25×110	波罗的海布纹藻	1	1	—	30×365

表2 海湾扇贝胃含物及消化道中浮游植物

Tab. 2 Phytoplankton in stomach-intestine of *Argopecton irradian*

种 类	平均数量			大小 (μm)	种 类	平均数量			大小 (μm)
	八月	九月	十月			八月	九月	十月	
虹彩圆筛藻	14	4	4	100~300	窄隙角毛藻	—	4	18	9×22
琼氏圆筛藻	23	10	3	80~250	斜纹藻	2	2	—	25×150
具槽直链藻	6	28	—	10×13	翼枝管藻细长变种	—	5	22	5×460
梭形角藻	1	13	—	30×480	曲壳藻	—	1	—	25×60
尖刺菱形藻	—	10	4	5×115	新月菱形藻	2	—	4	10×90
舟形藻	3	5	5	15×80	波罗的海布纹藻	—	2	—	30×350

3 讨论

3.1 浮游植物的生态特征

3.1.1 浮游植物群落的种类组成

不同季节浮游植物的种类和数量尤其是优势种的种类和数量变化较大,除九月份外,其他四个月的的优势种和次优势种代表了海区浮游植物群落的种类组成特征:六月份为琼氏圆筛藻—梭形角藻—尖刺菱形藻群落;七月份为琼氏圆筛藻—梭形角藻群落;八月份为琼氏圆筛藻—虹彩圆筛藻群落;十月份为翼枝管藻纤细变型—窄隙角毛藻—尖刺菱形藻群落;九月份群落组成差异较大,除5[#]和10[#]站位形成明显的翼枝管藻纤细变型群落,其他站位浮游植物群落组成中均无明显的优势种,主要为翼枝管藻纤细变型,其次为梭形角藻和尖刺菱形藻。浮游植物主要组成种类为广温、广盐性近岸种,生存适应能力较强。

3.1.2 浮游植物数量的分布特征

调查结果显示,除十月份外,沿岸浮游植物数量明显低于调查海区中部及外部的浮游植物数量,其平面分布显示了同样的分布特征,仅在海区中部因径流的影响而形成一低值区。筏区内浮游植物数量低于筏区外的浮游植物数量,且高峰期比筏区外滞后一个月出现,筏区内、外浮游植物优势种及其优势度无明显差异。究其原因,主要是因为近岸水域尤其养殖区水深一般较浅,多在5~30cm之间,风力、湍流、潮流等作用强烈,浮游植物的分布较为均匀。由于沿岸大量养殖贝类的存在,较之自然海区对浮游植物的竞争份额明显增加,使得该区域浮游植物量低

于自然海区。但由于近岸水域受潮流、径流、陆源物质入海、养殖区自身代谢等因素的综合影响,水中营养盐水平要高于外海水域,容易形成水体的富营养化[林荣根和邹景忠 1997],浮游植物有可能滞后于外海海域而增殖,形成上述数量分布特征。

3.2 贝类的食性与食物来源

3.2.1 牡蛎的摄食与食性

牡蛎的摄食是通过鳃过滤海水来进行的。据报道,牡蛎胃含物中有海水中悬浮的有机碎屑、硅藻、鞭毛虫、各种无脊椎动物的幼体、砂、泥土、海绵动物骨片等,主要为小型单细胞藻类和鞭毛藻类。其中硅藻有三角藻(*Triceratium*)、根管藻(*Rhizosolenia*)、圆筛藻(*Coscinodiscus*)、骨条藻(*Skeletonema*)、卵形藻(*Cocconeis*)、斜纹藻(*Pleurosigma*)、舟形藻(*Navicula*)、楔形藻(*Licmophora*)、角毛藻(*Chactoceros*);鞭毛藻有角藻(*Ceratium*)、多甲藻(*Peridinium*)、鳍藻(*Dinophysis*)、原甲藻(*Prorocentrum*);金藻有等刺硅鞭藻(*Dictyocha*);纤毛虫类有似铃壳虫(*Tintinnopsis*),其他有牡蛎幼体、桡足类的无节幼虫等[代田昭彦 1974]。据山东省水产学校[1979]报道厦门附近牡蛎的胃含物中,查出硅藻34属85种,另外还找到一些丝状海藻,海绵骨针和有孔虫等(表3)。从牡蛎胃含物来看,无论在质和量上硅藻都占重要位置,其中主要的有15个属,它们占全部硅藻的93.4%,尤以直链藻、圆筛藻和舟形硅藻为最多[张玺和楼子康 1959]。这与我们的调查结果是一致的。

3.2.2 扇贝的摄食与食性

扇贝的摄食器官也是鳃。当被导入到外套膜的海水通过鳃表面时,海水中所含的饵料被粘液包裹与海水分离,并被送到唇瓣,在该处选择出食物,扇贝对食物的种类和颗粒的大小具有一定的选择性。据报道,扇贝的食物主要是浮游生物、藻

类的孢子、细菌和有机碎屑,其胃内有大量的有机碎屑以及底栖性微藻和动物,并证实扇贝能消化胃内80%~95%的碎屑。栉孔扇贝的胃内浮游生物有硅藻、双鞭毛藻、桡足类等,以硅藻类的角毛藻、圆筛藻、舟形藻、尼氏藻和曲肋藻最多[王子臣等 1979]。本次调查结果显示,扇贝的胃含物主要是硅藻、小型浮游动物碎片和泥沙等,其中含量最多的为羽纹硅藻。扇贝消化道的后部即直肠部分未见成型的藻类细胞甚至较大的颗粒状物质,这也说明扇贝的确能消化大多数的藻类和有机碎屑。

3.2.3 饵料生物的营养价与贝类摄食选择

主要天然饵料生物中,浮游植物碳水化合物和灰分含量比浮游动物高一倍,浮游动物的蛋白质及脂肪含量高于浮游植物。硅藻类因身体结构中含有大量硅酸盐,所以灰分含量高。蓝藻、绿藻、硅藻和金藻类的蛋白质是主要的有机成分,其次是碳水化合物;腰鞭毛藻的碳水化合物含量略高于蛋白质。

植物性天然饵料(干物)中,含粗蛋白平均值为34%(单细胞藻类稍高,为39%),粗脂肪平

表3 厦门产牡蛎胃中主要的硅藻

Tab. 3 Main diatom in stomach of oyster produced in Xiamen

种类	数量	种类	数量
直链藻	118.8	月形藻(双眉藻)	13.0
圆筛藻	112.4	根管藻	11.2
海链藻	95.6	双菱藻	10.0
舟形藻	51.6	隔片藻(斑条藻)	9.8
菱形藻	41.0	褶轮藻(辐刺藻)	7.1
小环藻	33.2	三角藻	6.1
脆杆藻	19.5	扇杆藻(楔形藻)	5.6
S沟藻	17.6		

注:本表据山东省水产学校[1979]。

均值为9%,灰分为35.4%(单细胞藻类为21.7%)。动物性天然饵料生物(生鲜)含水分73%~88%,粗蛋白为15.3%~22.3%,粗脂肪为4.7%,碳水化合物为1.1%,灰分为4%,几丁质约占1%。天然饵料生物的成分与贝类的成分(水分75%~80%,蛋白质为15%~22%,脂肪为0.5%~30%,糖类0.2%~5%)几乎相同,可见,贝类的成分组成受天然饵料生物的影响[代田昭彦1974]。

据调查,养殖贝类的胃肠道中除含有大量植物性天然饵料如硅藻、甲藻、金藻等外,还有相当数量的动物性天然饵料生物如桡足类、纤毛虫、其它海洋生物的浮游幼虫等。大量的有机碎屑也给贝类提供了丰富的食物来源。双壳类对食物的非特异性选择使得贝类对食物的种类具有更广泛的选择性,同时也暗示只要海区中存在适当大小和重量的可食性物质,贝类就会对其加以利用。

3.3 贝类的饵料结构与浮游植物的关系

滤食性贝类的摄食行为主要是通过过滤周围海水中悬浮物的方式来进行的。例如牡蛎在选食时,除了对它特别有害的化学刺激物外,一般对吞食物体是否具有食用价值并无选择的作用,相反对颗粒的大小和重量的区分却有严格的选择性。作为天然海产饵料生物的海洋浮游植物种类繁多,包括蓝藻、绿藻、硅藻、甲藻和金藻等中的许多藻类。本调查中,贝类的饵料组成除一些泥土、砂、桡足类的残肢以及其他微型浮游动物外,浮游植物尤其是硅藻类占据其食物组成的大部分,并与海区浮游植物种类和数量明显相关(表1、表2)。据资料记载,双壳类滤食的饵料种类和数量有很大的区域性和季节性变化,这是因为双壳类缺乏运动与饵料选择能力,周围环境中随季节和区域变化的浮游植物很大程度上左右着贝类的饵料结构组成,硅藻是双壳类贝类养殖的饵料基础[山东省水产学校1979]。

调查结果显示该海域浮游植物种类组成丰富,以硅藻为主,优势种突出;其数量分布具明显季节性,近岸水域浮游植物数量低于远岸水域;筏区外浮游植物数量的高峰期比筏区内提前一个月出现,并且其总量略高于筏区内。这是由于养殖区内高密度的贝类每日都摄食大量的浮游植物和有机碎屑,浮游植物数量难以得到尽快恢复,相对于自然环境来说处于较低水平;由于藻类生存基数和生长周期的限制,其恢复过程要迟缓于自然海区。但由于养殖贝类大量代谢产物的排出,物质循环和能量流动进入一个良性循环系统,大量无机和有机化合物给藻类的生长提供了充足的营养来源,使这一区有可能持续保持一定的藻类密度,并且由于生态竞争作用而形成稳定的生态系统。Smaal[1991]支持了这一结果。

贝类的饵料结构从一个侧面反映了海域养殖潜力的内涵。饵料结构特别是各种单细胞藻类的种类组成、个体大小和数量分布既代表了海区的浮游生物生态结构特征,又隐含了海域潜在容纳量——贝类的摄食需求与种群发展。其中浮游植物的可持续利用起到关键性作用。适宜的养殖密度既能最大限度地利用海域中自然生长的浮游植物,又能持续提供这些浮游植物生长繁殖所必需的营养物质,同时又不至于对周围环境产生类似富营养化的危害,从而形成一个良好的生态系统,保证其中各种生物和非生物因子相互依存、相互利用的良性循环。

从本海区的基线调查结果来看,水中各种理化因子基本符合养殖需求,养殖水域面积较大,受潮流、海浪等影响明显,生物因子尤其是饵料生物的种类和数量较为丰富,可以很好地满足当前养殖密度下的贝类生长需求。研究结构显示,该海区有一定的生产潜力,可以适度增加养殖品种,扩大养殖密度和面积,以求经济上有较快发展。同时要做到对资源进行科学管理,既

得到最大产量,又不危害持久利用,即获得所谓的最高持续产量(maximum sustained yield, MSY)[钱国桢 1982]。

参 考 文 献

- 山东省水产学校(主编). 1979. 贝类养殖学. 北京,农业出版社. 72~73
 王子臣,戴国雄,李松荣等. 1979. 贝类养殖学. 北京,农业出版社. 58~91
 国家海洋局. 1991. 海洋监测规范. 北京,海洋出版社. 629~653
 林荣根,邹景忠. 1997. 近海富营养化的结果与对策. 海洋环境科学, 16(3):71~75
 金德祥,陈金环,黄凯歌. 1965. 中国海洋浮游硅藻类. 上海,科学技术出版社. 1~220
 张 玺,楼子康. 1959. 牡蛎. 北京,科学出版社. 28~46
 钱国桢,黄文几,孙儒泳等. 1982. 动物生态学. 北京,高等教育出版社. 303~305
 代田昭彦. 1974. 水产饵料生物学. 东京,恒屋社厚生阁. 44~95
 Smaal A C. 1991. The ecology and cultivation of mussels. *New Advances Aquaculture*, 94:245~261

THE RELATIONSHIP BETWEEN FOOD STRUCTURE OF RAFT FOR CULTIVATED SHELLFISH AND PHYTOPLANKTON IN CHANGJIANG'AO, DALIAN

GUO Hao, YAN Qi-Lun

(*National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023*)

CAO Li

(*Marine Fishery Development Center of Liaoning Province, Dalian 116021*)

ABSTRACT The *status quo* in rafts for cultivated shellfish and conditions of coastal waters in Changjiang'ao(Dalijia Bay), Dalian City were investigated from 29, June to 23, October, 1995. The food composition in stomach-intestine of shellfish was also studied. Furthermore, the relationship between food structure of shellfish and the character of phytoplankton was discussed. The results demonstrated that the composition and the individual size of phytoplankton are suitable for shellfish, and both species and qualities of food are abundant. There are some potentialities of cultural production in this coastal area.

KEYWORDS raft for cultivated shellfish, food structure, phytoplankton