

大亚湾颗粒有机物生化组成研究*

崔淑芬¹ 李文权² 蔡阿根² 王 宪² 陈清花²

郑爱榕² 廖启斌²

(¹深圳职业技术学院 518055)

(²厦门大学海洋系 361005)

提要 对大亚湾海域颗粒有机物(POM)的生化组成与环境因子的关系进行了研究。现场采样调查分别于1995年5月和11月进行。研究表明,环境因子对POM生化组成有很大的影响。核电站的运作使大亚湾海域有局部升温现象。温度升高,使脂类含量升高。蛋白质含量受无机氮盐含量影响显著。由于大亚湾POM中蛋白质的含量不高,而且大亚湾水域呈贫氮特征,适当增加该海区无机氮的含量对于提高大亚湾POM的生物营养性具有现实意义。

关键词 颗粒有机物,生化组成,环境因子

海洋颗粒有机物作为海洋生物食物网主要环节之一,是评价海区生产力的一种重要参数,是认识生态系统物质循环和能量流动基本规律的重要依据之一。颗粒有机物在生物生产过程中作为饵料,按其营养价值,可分为蛋白质、碳水化合物和脂类三部分。在诸多生态环境因子中,光照、温度和营养盐($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$)对POM的生化组成影响最为显著。大亚湾核电站运转投产后,研究大亚湾生态环境对港湾POM生化组成及其在生物生产过程中营养作用的影响,具有十分重要的生态学意义。

1 材料和方法

1.1 采样

1995年5月和11月进行了两个航次的采样,站位设置见图1。水样分表、底两层采样,底层水样用GCC2型有机玻璃采水器采取。各站位的环境参数按《海洋调查规范》测定。用玻璃纤维滤膜(Whatman GF/F, $\Phi 47$ mm)过滤2 L的海水,载有颗粒有机物的滤膜置于干燥器内,封贮于低温之暗处($T < -20$ $^{\circ}\text{C}$)。

1.2 样品分析

1.2.1 营养盐的测定 $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ 按照《海水化学要素调查手册》进行。用磷钼蓝法测定 $\text{PO}_4\text{-P}$,用锌片还原重氮-偶氮法测定 $\text{NO}_3\text{-N}$ 和 $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$ 采用次溴酸钠法进行测定。

1.2.2 叶绿素(Chl)a的测定 叶绿素a的测定采用联合国教科文组织(UNESCO,1996)推荐的分光光度法测量程序进行。叶绿素a含量采用 Jeffrey 1975年三色方程。

1.2.3 POM生化组成的分离测定 POM生化组成的分离方法与Smith和Geider 1985年的方法同。经分离后的脂类用重铬酸盐氧化法测定,以硬脂酸作标准^[4];碳水化合物的测定采用蒽酮法,以葡萄糖作标准;蛋白质用Folin-酚试剂法测定,以牛血清蛋白为标准。

2 结果与讨论

2.1 营养盐对POM生化组成的影响

表1、表2给出两个航次各站位POM生化组成与营养盐含量的数值。总体来看,随着水体总无机氮盐(TIN)含量的增加,POM中碳水化合物(CAR)、蛋白质(PRO)、脂类含量均相应增加,其中蛋白质增幅最大,碳水化合物次之,脂类最小。

从结果来看,蛋白质含量和总无机氮盐的相关性较好,两个航次的回归方程如下:

$$5月: PRO = -133.18 + 90.59TIN (n=15, r=$$

* 中国科学院大亚湾海洋生物开放实验站资助项目 P9401号。

收稿日期:1998-08-05;修回日期:1998-11-20

0.632)

表1 各站位 POM 生化组成与营养盐含量(1995-05)

Tab. 1 Contents of biochemical composition and nutrients in POM (May 1995)

站位	TIN ($\mu\text{mol/L}$)	PO ₄ -P ($\mu\text{mol/L}$)	N/P	CAR ($\mu\text{g/L}$)	PRO ($\mu\text{g/L}$)	脂类 ($\mu\text{g/L}$)
76	2.68	0.16	16.86	146.22	142.39	17.71
77	2.35	0.33	7.13	153.38	115.36	11.44
78	2.76	0.13	21.08	125.79	167.76	30.56
79	2.87	0.40	7.11	151.33	104.33	56.00
表层 80	2.35	0.16	14.84	141.11	225.68	15.52
81	1.86	0.22	8.56	154.40	83.37	17.55
82	1.72	0.13	13.12	116.57	304.00	33.56
85	2.03	0.32	6.43	123.72	50.24	34.64
86	2.66	0.58	4.56	145.20	57.44	47.00
87	2.04	0.19	10.90	114.52	60.20	34.80
底层 76	3.02	0.12	17.24	237.22	202.04	102.00
80	3.06	0.64	4.81	137.02	106.54	26.96
81	2.20	0.36	6.16	103.27	80.61	48.13
82	2.61	0.56	4.70	196.32	5.68	84.01
85	2.36	0.22	10.93	822.01	115.99	13.17
86	1.84	0.13	14.05	198.37	27.74	104.00
87	2.17	0.26	8.40	83.85	14.97	39.19

表2 各站位 POM 生化组成与营养盐含量(1995-11)

Tab. 2 Contents of biochemical composition and nutrients in POM (Nov. 1995)

站位	TIN ($\mu\text{mol/L}$)	PO ₄ -P ($\mu\text{mol/L}$)	N/P	CAR ($\mu\text{g/L}$)	PRO ($\mu\text{g/L}$)	脂类 ($\mu\text{g/L}$)
76	0.75	0.25	3.04	86.81	37.02	23.26
77	1.06	0.13	8.04	102.13	53.39	24.04
78	0.81	0.08	9.86	105.61	45.32	52.84
79	1.06	0.12	8.84	95.37	60.31	50.78
表层 80	1.70	0.38	4.44	100.50	60.51	26.27
81	1.06	0.26	4.13	150.01	60.92	52.18
82	0.62	0.31	2.01	130.43	45.42	55.42
85	0.62	0.28	2.20	82.14	31.21	8.34
86	0.49	0.23	2.12	120.36	40.46	57.16
87	0.75	0.31	2.42	70.10	30.13	18.43
底层 76	3.24	0.38	8.46	130.42	110.38	37.06
77	1.12	0.23	4.84	105.51	56.12	49.46
78	1.00	0.13	7.56	96.31	68.18	65.44
79	1.34	0.18	7.35	92.32	65.39	15.05
80	2.47	0.46	5.39	135.06	90.47	62.71
81	1.75	0.25	7.13	96.32	75.60	55.50
82	1.36	0.31	4.22	121.31	68.13	64.18
85	3.56	0.43	8.21	142.21	143.95	56.15
86	2.04	0.25	8.33	200.30	150.61	96.17
87	1.91	0.37	5.16	110.65	65.10	88.54

11月:PRO = 20.28 + 33.20TIN($n=20$, $r=$

1999年第2期

0.853)

另外,碳水化合物、脂类含量则和总无机氮的相关性不佳,结果分别如下:

5月:CAR = 80.57 + 27.50TIN($n=15$, $r=$
0.286)

脂类 = 86.61 + 18.20TIN($n=17$, $r=0.131$)

11月:CAR = 86.61 + 18.20TIN($n=20$,
 $r=0.476$)

脂类 = 36.56 + 7.94TIN($n=20$, $r=0.291$)

这种结果表明,蛋白质的合成和无机氮盐的含量密切相关,而碳水化合物和脂类则与无机氮盐的关系不甚密切。核电站运转前的海洋调查表明,大亚湾属于贫氮海区^[1]。本文的调查结果表明,大亚湾水域的三氮含量仍然较低,蛋白质含量和无机氮盐含量的强相关性说明了大亚湾水域氮限制对蛋白质合成的重要影响。

从 POM 生化组成和磷酸盐的相关分析来看,则相关性普遍较差,这一结果和厦门海区投资区的调查结果不同。按黄贤芒等的调查结果,厦门海区 POM 中碳水化合物与磷呈正相关($r=0.591$, $n=32$),蛋白质与磷呈负相关($r=-0.801$, $n=32$)而且厦门海区 N/P 范围在 15.20~98.96 之间,远大于大亚湾的 N/P 变化范围 2.01~17.24,上述的结果说明营养盐不仅影响着海洋浮游植物的密度和分布,而且对其生长、代谢均有着十分重要的影响^[3]。

2.2 光照的影响

大亚湾海水清澈,透明度较高,总体变化趋势从湾内至湾外透明度增大。从实验结果来看,脂类含量和光强的相关性显著,回归方程如下:

脂类 = 92.34 - 8.50 I ($n=20$, $r=-0.838$)

这表明,光强降低,使脂类含量升高,这可能是以多糖消耗为代价的。现场调查的结果还表明,大亚湾颗粒物中的碳水化合物和蛋白质与光照强度相关性不显著,这与实验室模拟的单一海洋微藻的研究结果有明显差别^[2]。

2.3 温度的影响

大亚湾核电站冷却水系统采取直接从大亚湾海域抽取海水的方式,冷却水量高达 95 m³/s, 出水口海水温度升高。从调查结果来看,位于核电站温排水出口处的 77 号站,海水温度明显高于其他站位,约高出 2℃,说明温排水对 POM 生化组成具有一定的影响。据一些研究者的报道,温度对藻类生化组分含量具有重要影响。大亚湾现场调查结果表明,温度 T 对 POM 中脂类含量影响明显,回归方程如下:

脂类 = 378.45 - 13.81 T (n=7, r=-0.839)
 温度降低, POM 中脂类含量升高, 这表明低温有利于脂类的合成。据报道, 南极海域浮游植物脂类含量甚至高达80%。大亚湾调查结果表明了相同的趋势。

2.4 浮游植物的作用

浮游植物是海洋颗粒有机物的重要组成部分, 叶绿素 a 是浮游植物进行光合作用主要色素, 利用海水中叶绿素 a 的含量及其变化可以表征浮游植物的生物量和变化。大亚湾11月叶绿素 a 分布情况见图1和图2。

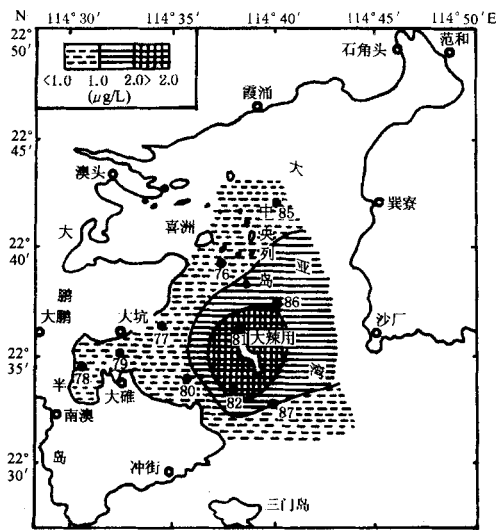


图1 表层叶绿素 a 平面分布(1995-11)

Fig. 1 Horizontal distribution of chl a in surface seawater (Nov. 1995)

从实验结果看, 颗粒有机物生化组成和叶绿素 a 含量的相关性较好, 回归方程如下:

$$CAR = 77.25 + 32.41 \text{ Chla} \quad (n = 20, r = 0.828),$$

$$PRO = 40.11 + 24.88 \text{ Chla} \quad (n = 20, r = 0.561),$$

$$\text{脂类} = 24.42 + 21.04 \text{ Chla} \quad (n = 20, r = 0.676),$$

这一结果表明, 浮游植物对大亚湾颗粒有机物有较大的贡献。

3 结论

3.1 由于大亚湾海区的贫氮特征, 使大亚湾 POM 生化组成受营养盐影响尤其显著, 其中蛋白质的合成受无机氮含量的影响最大。从 POM 的营养性

来考察, 适当增加该海区无机氮盐的含量, 可提高蛋白质含量, 有利于提高 POM 的生物营养性。

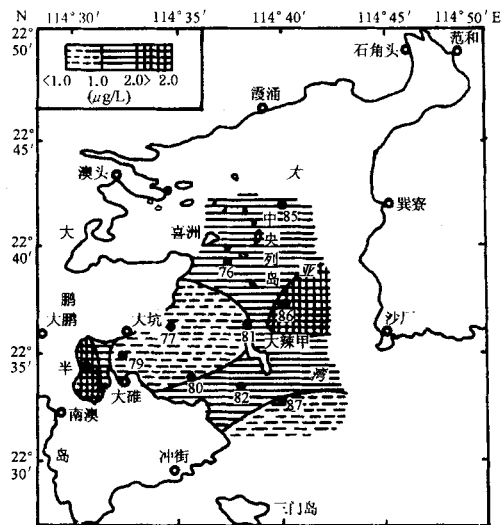


图2 底层叶绿素 a 平面分布(1995-11)

Fig. 2 Horizontal distribution of chl a in bottom seawater (Nov. 1995)

3.2 现场调查结果表明, 大亚湾颗粒物中碳水化合物和蛋白质与光照强度关系不显著, 脂类含量和光强呈显著的负相关特征。

3.3 大亚湾核电站投产运作后, 由于大量的温排水, 使大亚湾局部海域有升温现象。温度效应对 POM 生化组成影响较明显的是脂类的含量, 温度升高, 脂类含量降低。

3.4 浮游植物对大亚湾 POM 有较大的贡献, 三种生化组成与叶绿素 a 含量关系密切。

参考文献

- 1 陈金斯、李飞永。热带海洋。1996, 15(3): 92~97
- 2 李文权等。海洋学报。1996, 2(8): 50~56
- 3 Goldman, J. C. . Physiological process, nutrient availability and concept of relative growth rate in marine phytoplankton ecology. In: Falkowski, P. G. . Primary Productivity in the Sea. New York: Plenum, 1980. 175~199
- 4 Parsons, T. R. et al. . A Manual of Chemical and Biological Methods for Sea Water Analysis. Oxford: Pergamon Press, 1984. 75~80

ASSAY OF PARTICULATE BIOCHEMICAL COMPOSITION IN DAYA BAY

CUI Shu-fen LI Wen-quan CAI A-gen WANG Xian CHEN Qing-hua ZHENG Ai-rong
LIAO Qi-bin

(¹Department of Biology, Shenzhen Polytecnic, 518055)

(²Department of Oceanography, Xiamen University, 361005)

Received: Aug. 5, 1998

Key Words: Daya Bay, Particulate organic matter, Biochemical composition, Environmental factors

Abstract

The biochemical composition of POM and its relationship with environmental factors in Daya Bay were studied. Based on the measurement of carbohydrate, protein and lipid in POM in May and Nov. 1995, the results indicate that protein is positively correlative to inorganic N, and lipid is significantly correlative to temperature in Daya Bay. Particulate biochemical constituents well correlate with phytoplankton chlorophyll-a, suggests that phytoplankton makes a greater contribution to POM in Daya Bay.