维普资讯 http://www.cqvip.com

441-444

28569(15)

第17卷第4期 生 态 学 报 Vol. 17, No. 4
1997年7月 ACTA ECOLOGICA SINICA Jul., 1997

湄洲湾夏季生物有机碳的研究*

王 宪 李文权 王尊本[1] 陈于望 郑爱榕
(厦门大学海洋系、化学系[1],厦门,361005)

S178.53

摘要 湄洲湾夏季浮游植物有机碳的调查结果表明,活体有机碳[(POC(B)]含量为42.5～185.0 μg/dm³,平均值为77.5 μg/dm³;POC(B)和叶绿素(Chla)的转换系数为62.4;由三磷酸腺苷(ATP)计算所得POC(B)要比由光合作用速率(*PR*)所计算的结果大。同时,同化系数(*PI*)的变化为0.78～2.22 h^{-1},它的垂直变化与POC(B)分布有关。氮是湄洲湾初级生产力的限制性营养盐。

关键词:ATP,POC(B),*PI*,湄洲湾。海洋生物,生态学,有机碳

THE ORGANIC CARBON OF PHYTOPLANKTON IN MEIZHOU BAY IN THE SUMMER

Wang Xian Li Wenquan Wang Zunben Chen Yuwang Zheng Airong
(*Xiamen University, Xiamen*, 361005)

Abstract The organic carbon of phytoplankton[POC(B)]was measured in MeiZhou Bay in the Summer of 1992. POC(B) Content varied in 42.5～185.0 μg/dm³, with an average concentrtiom of 77.5 μg/dm³. The relationship between POC(B) and chlorphyll-a content can be expressed as following, POC(B)=62.4 chla. The organic Carbon of phytophankton measured by ATP was hight than that by ^{14}C-tracer method. The growth of phytoplankton was limited by the lack of nitrogen in Meizhon Bay. The supply and cycling of nutrients play an important role in photosynthetic index and primary productivity.

Key words: ATP, POC(B), PI, MeiZhou Bay.

海洋环境中的颗粒有机碳(POC)是生态系中物质循环和能量流动的重要内容,是海洋食物链中不可缺少的一部分,它包括了海水中生物有机碳[POC(B)]和碎屑有机物[POC(D)]两部分,是评价海区生产力的重要参数之一。国外在这方面的研究已有很多报道[1～4]。关于海水中活体生物有机碳的研究更尤为引人重视[3,4]。

本文根据1992年6～8月间湄洲湾初级生产力的调查研究,就浮游生物有机碳含量进行了计算和方法比较,皆在为评价海区生产力和水化学研究环境等问题提供参考依据。

1 实验材料与方法

1.1 取样

1992年6～8月间共进行两个航次的调查,调查水深为真光层下限,即取海面光强衰减至1%的深度。共设有15个观测站,见图1。

1.2 实验方法

1.2.1 环境参数 按海洋调查规范进行[5]。

* 福建省30万t乙烯工程环境评价水质监测研究课题。
收稿日期:1995-05-24,修改稿收到日期:1996-05-19。

维普资讯 http://www.cqvip.com

1.2.2 光合作用速率(*PR*) 取两只白瓶,一个黑瓶,各装水样 120 cm^3,加入^{14}C-Na_2CO_3 3700Bq/cm^3,培养 2 h 后,经抽滤干燥加入 10 cm^3 的闪烁液,用 TRI-CARB4640 型液闪计数仪(美国,Parkard)测定,并计算其同化速率(mg/m^3·h)。

1.2.3 三磷酸腺苷(ATP) 量取 1 dm^3 海水,先经 250 μm 粗网过滤,再经 0.45 μm 滤膜抽滤后,用沸腾的 Tris 溶液浸取后,冷却放入冰箱,待测。采用 HF-1 型化学发光光度计按文献[1,6]进行测定。

1.2.4 叶绿素(Chla) 采用分光光度法按文献[6]进行测定。

2 结果与讨论

2.1 浮游植物的有机碳含量

海水中浮游植物的有机碳可以通过实测的 ATP 和 *PR* 来计算。调查期间,湄洲湾水体的 ATP 含量为 0.12~1.07 μg/dm^3,均值为 0.31 μg/dm^3;光合作用速率范围在 0.26~7.11 mgC/dm^3·h 之间,平均为 2.08 mgC/dm^3·h。根据藻类细胞有机碳和 ATP 比值基本恒定,平均比值为 250[3],可以计算出浮游植物的有机碳含量,即 $POC(B)_1=250ATP$。假定在一定时间内,湄洲湾水体浮游生物量处于稳态,浮游植物有机碳亦可用光合作用速率进行估算[2]:

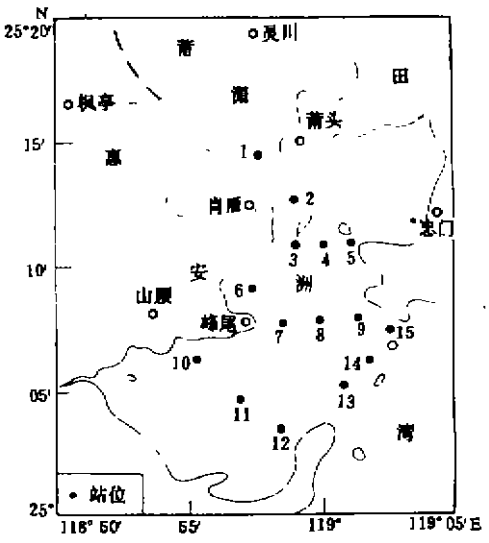

图 1 调查站位

Fig. 1 Location of sampling stations

$$POC(B)_2 = PR \cdot N/2 \cdot t$$

式中 N 为昼时间,t 为浮游植物平均指数生长期(一般以 5 d 计)。图 2 给出湄洲湾水体浮游植物活体有机碳平面图。初级生产力的平面分布图见图 3。

表 1 列出不同站位由 ATP 和 *PR* 所计算而得的 POC(B)。结果表明,采用 ATP 方法所得的含碳量比由 *PR* 估算的高。这反映出,海水中活体有机碳的贡献主要来自浮游植物外,还应包括细菌和浮游动物等的贡献。同时,浮游植物的胞外排泄物对^{14}C 同化速率测定结果偏低仍是一个重要因素。据作者有研究结果,平均相对误差将下降 10%左右[7]。湄洲湾现场调查结果表明,$POC(B)_1/POC(B)_2$ 的相对误差为 1%~35%,平均相对误差为 8%。

表 1 不同站位 $POC(B)_1$ 和 $POC(B)_2$ 结果比较

Table 1 Comparsion of POC(B) measwered by ATP and *PR*

站 位 Station	ATP (μg/dm^3)	$POC(B)_1$	*PR* (mgC/m^3·h)	$POC(B)_2$
1	0.19	475	1.03	30.9
5	0.74	185.0	6.45	183.5
8	0.24	60.0	1.54	46.2
16	0.35	87.5	2.7	81.5
平均值 Average value	0.38	95	2.93	87.9

2.2 浮游植物有机碳与叶绿素的关系

海水中的叶绿素和 ATP、*PR* 一样,同样是用来反映海区生物量水平高低的参数。调查期间,湄洲湾的 Chla 和 ATP 的分布大体相一致,两者之间存在着一定的正相关关系[3]。由 $POC(B)=f\cdot Chla$ 的关系,就可得到湄洲湾 POC(B) 和 Chla 之间的转换系数(f)。表 2 给出了由上式所得计算结果。因此,湄洲湾 Chla 与浮游植物含碳量的关系可描述为:$POC(B)=62.4\times Chla$。

维普资讯 http://www.cqvip.com

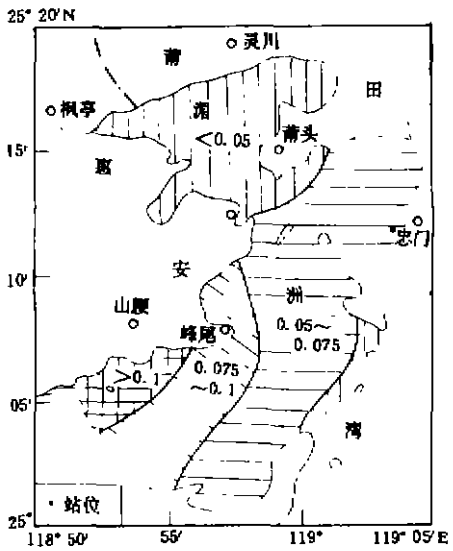

图 2　表层海水中(POC(B)的平面分布(mg/dm³)

Fig. 2　Horizontal distribution of POC(B) in surface water

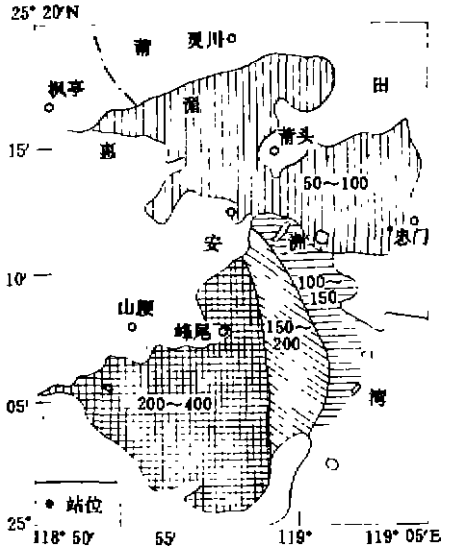

图 3　湄洲湾海水中初级生产力(pp)的平面分布(mgC/m²·d)

Fig. 3　Horizontal distribution of pp in MeiZhou Bay

表 2　湄洲湾的转换系数

Table 2　The relationship between POC(B) and Chla

站　号 Station	1	4	6	8	10	14	均值 Average value
POC(B)	47.5	42.5	185.0	60.0	267.5	87.5	77.5
Chla	0.73	0.68	2.27	1.06	4.72	1.69	1.49
f	65.1	62.5	81.5	56.6	56.7	54.8	62.4

不同海区、不同季节，其 POC(B)和 Chla 的转换系数有所不同。即 f 与环境的变更是相联系的。本结果 f 值的范围与 Steele 所报道的结果是相吻合的。

2.3　同化系数

浮游植物的同化系数(PI)，为单位叶绿素含量固定有机碳的能力，即 $PI=PR/\text{Chla}$。它是反映光合能力程度的一个标志，与环境因子密切相关。将所观测的 PR 与叶绿素回归可得：

$$PR = 1.054\text{Chla} + 0.4963 \qquad r = 0.7238 \qquad n = 28$$

调查期间湄洲湾的同化系数变化范围较小，在 0.78～2.22h^{-1}之间，平均为 1.24 h^{-1}。这个结果与同一季节下特定的海洋生态环境密切相关。它不仅与辐照度有关，也反映了 PR 与营养盐有效利用有关。因此，不同深度其 PI 亦有所不同(见图 4)。由图 4 可见，PI 与浮游植物生物量的垂直分布特点相联系。尤其是在夏季，温跃层的形成较难于进行垂直混合情况下，浮游植物的分层特点更应值得注意。

2.4　POC(B)与环境因子的关系

海水中浮游植物现存量与环境因子是密切相关的。季节的变化，径流的注入，生物活动等均能引起海区的理化因子的差异。本调查是在同一季节(夏节)进行的，故只讨论理化因子对 POC(B)的影响。湄洲湾属于一个半封闭的内海港湾，整个海域几乎没有受到较大河流输入的影响，属正规半日潮，环境因子的变化主要由潮汐和生物所影响。调查期间主要的水化学要素列于表 3。

水化学因子调查结果表明，在 1992 年 6～8 月间湄洲湾海水中的一些水化学因素变动不大(见表 3)。

维普资讯 http://www.cqvip.com

因此，海水中的营养盐的消耗、补充，循环成了该海区浮游植物现存生物量最重要的控制因子之一。该海区的营养盐皆低于世界大洋海水平均值。这是湄洲湾沿岸陆地径流量小，水体中营养盐得不到补充，初级生产力较低的一个重要原因。将POC(B)与水体中的N，P含量进行回归分析，可以得到两者均呈负相关。对N而言，置信度为97%，$r=0.48$，对P而言，置信度为98%，$r=0.26$，且湄洲湾水体中N/P较小，范围在2.2～21.8之间，氮的含量不足而限制了初级生产力。N是湄洲湾限制性营养盐。这一结果与同期有关调查结果相一致[6,8]。

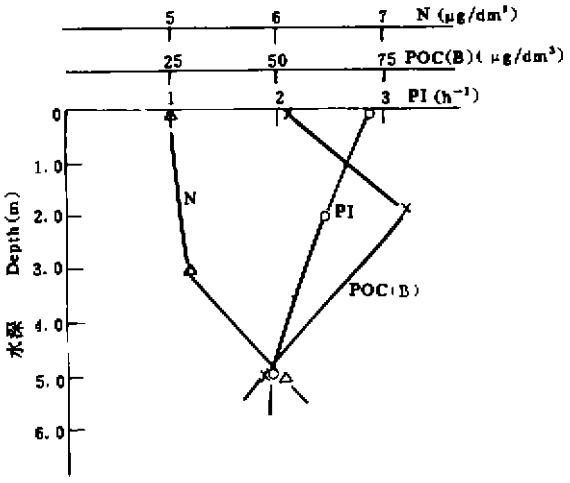

图4 POC(B)和PI垂直分布(6号站)

Fig. 4 Vertical distribution of POC(B)and PI at station 6

3 结语

3.1 湄洲湾夏季水体中POC(B)为42.5～185.0 (μg/dm³)，其海区初级生产力水平较低。

3.2 由ATP计算所得POC(B)比由*PR*估算的大，平均相对误差约为8%。这是浮游植物胞外排泄物对^{14}C同化速度测定结果偏差的缘故。

3.3 湄洲湾水体Chla和POC(B)的关系的转换系数平均值为62.4。

3.4 *PI*同浮游植物有机碳的垂直分布有关。

3.5 氮是湄洲湾初级生产力的限制营养盐。

表3 湄洲湾水化学因素

Table 3 Water quality environment factor in Meizhou Bay

环境因子 Environment factor	*T* (℃)	S	pH	DO (mg/dm³)	透明度 (m)	悬浮物 (mg/dm³)	N (μg/dm³)	P (mg/dm³)	N/P
范围 Range	22～24	28～32.5	7.6～8.3	5.99～6.73	1.2～2	0.7～45.8	26.7～157	0.7～48	2.2～21.8
平均值 Average value	23.6	31.2	7.92	6.40	1.47	20.5	53	79.2	5.2

参 考 文 献

1 Holm Hansen O and Booth C R. The measurements of adenosine triphosphate in the ocean and its ecological significance. *Limnol.Oceanogr.*,1996,**11**(4):3510～3519

2 Postma H and Romments J W. Variation of POC in the central North sea,Neth. *J. Sea. Res.*,1984,**18**:31～50

3 Epply R W,Harrison W G. Chisholm S W,*et al.* POM in surface waters off Southern Carifornia and its relationship to phytoplankton.*J.Mar.Res.* 1977,**35**(4):671～696

4 Hung Tsu-chang,*et al.* Relation among POC. ATP,Chla and primary production in seawater along Taiwan.*Acta Oceanographic Taiwanica*.1982,(13):109～123

5 国家海洋局．海洋调查规范．北京：海洋出版社，1986

6 王 宪等．湄洲湾夏季的初级生产力．台湾海峡，1994，**13**(1)．8～13

7 郑爱榕等．浮游植物释放溶解有机碳对初级生产力测定的低估偏差研究．厦门大学学报，1992，**31**(4)：408～412

8 蔡清海．湄洲湾水质环境的调查研究．福建水产，1993，**3**：55～57