

文章编号: 1000-0615(2000)04-0329-05

桑沟湾养殖海域悬浮颗粒态有机碳的分布与特征

孙 耀, 方建光, 孙慧玲, 宋云利, 匡世焕

(中国水产科学研究院黄海水产研究所, 山东 青岛 266071)

摘要: 根据 1993 年 11 月至 1994 年 10 月间 9 个航次的调查结果, 讨论了桑沟湾养殖海域 POC 的分布与特征。结果表明, 受海水养殖生产及风搅动等因素的影响, 该湾的 POC 有显著的平面分布和季节变化。但其 POC 的垂直分布无显著性差异; 该湾的 POC 与 Chl-a 之间呈正相关关系; 与其它海域的估算结果相符, POC 与 POC_B 比值的较高值出现在有利于浮游植物生长的季节, 反之, 因温度降低或营养物质缺乏使浮游植物生长受限时, 该比值降至最低点。该湾单位水柱下真光层中 POC 的 τ 值为 29d。

关键词: 悬浮颗粒态有机碳; 分布与特征; 桑沟湾

中图分类号: 912 文献标识码: A

Distribution and features of particulate organic carbon in cultivating waters of Sanggou bay

SUN Yao, FANG Jian-guang, SUN Hui-ling, SONG Yun-li, KUANG Shi-huan

(Yellow Sea Fisheries Research Institute, CAFS, Qingdao 266071, China)

Abstract: Distribution and features of POC in cultivating waters of Sanggou bay was discussed, according to the nine investigations from Nov. 1993 to Oct. 1994. Horizontal distribution or season change of POC was remarkable, but vertical distribution change was not apparent. There was a positive linear interrelation between POC and Chl-a. It was agreeable to the research results of other seawaters that larger POC_B/POC value always appeared when photoplankton rate growing faster. The retention period of POC in euphotic zone was estimated to 29 days.

Key words: particulate organic carbon; distribution and feature; Sanggou bay

海水中悬浮颗粒态有机碳 (particulate organic carbon, POC) 既是海洋沉积物的物质来源, 又是某些海洋生物的食物, 从而构成海洋生态系统中物质循环和能量流动研究的重要内容。近年来, 为适应海水养殖的迅速发展, 海水中 POC 又被经常用来估算特定海域的贝类养殖容纳量¹⁻³, 以确定这些海域的最佳养殖种类、密度和养殖模式。

在 1993 年 11 月至 1994 年 10 月九个航次调查结果的基础上, 本文讨论了桑沟湾 POC 的分布与特征, 以为该湾贝类养殖容纳量的估算, 提供一些基础数据。

收稿日期: 1999-03-26

基金项目: 北京师范大学国家环境模拟与控制重点开放实验室基金资助项目(9802), 国家科技部和加拿大国际发展研究中心资助项目。

作者简介: 孙耀(1956-), 男, 山东省青岛市人, 研究员, 主要从事海洋生态与环境科学研究。Tel: 0532-5836341

1 调查区域与方法

1.1 调查区域及站位设置

桑沟湾位于山东半岛东部,属半封闭型内湾;湾内总面积约 $2 \times 10^5 \text{ km}^2$;湾内平均水深 8m,地势平坦,是中国北方的一个重要养殖基地。桑沟湾调查区域见图 1。本次调查共设 23 个表层水调查站位,水深大于 7m 时,则加采底层水。

1.2 调查方法

调查中分别用塑料水桶或国产 QCC-2 型颠倒采水器采集表层或底层水样,所采集水样进行现场分析。POC 的测定方法,系用经 450°C 灼烧至恒重 (W_0) 的空白 GF/C 玻璃纤维滤膜(孔径 $1.2\mu\text{m}$),在 0.3Pa 下抽滤 500mL 水样,将该滤膜置于干燥器 -20°C 中储存以备分析使用,分析时,将带有样品的滤膜先在 60°C 烘干 48h 后称重 (W_{60}),再经 450°C 灼烧 5h 后称重 (W_{450}),POC 按下式计算: $\text{POC} = W_{60} - W_{450}$ 。称重用 Sartorius Research 电子天平(精确到 0.0001g)。其它相关因素的测定,均采用我国的《海洋调查规范》方法。

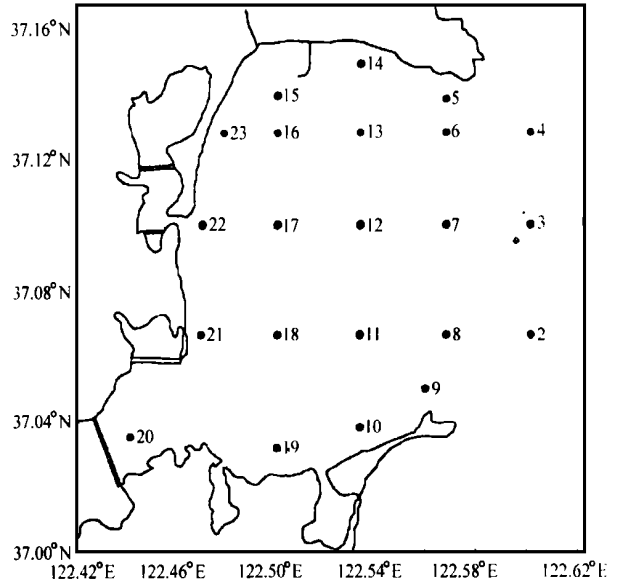


图 1 调查区域

Fig. 1 Investigation area

2 结果与讨论

2.1 桑沟湾 POC 的时空分布

2.1.1 平面分布

桑沟湾 POC 的平面分布见图 2。1 月份,POC 在湾西南部和湾口以外海域呈较高值;4 月份湾口以外的高值区依然存在,湾西南部的高值区却几乎消失,而代之以湾西部近岸狭窄区域呈较高值;7 月份,湾口以外的高值区偏向东北,湾西南部的高值区又有所扩展,且湾西北角也出现一高值区;10 月份湾内沿岸的高值区全部消失,却在湾中部偏西出现一较小的环形高值区,并在湾口外东北部高值区继续存在的同时,于湾东南部也出现一高值区,从而使湾口和湾口以外的区域基本呈现高值。

综上所述,桑沟湾 POC 的平面分布有以下特点:①湾中部的 POC 始终呈较低值;其原因可能与该处风搅动程度较小、养殖密度较大、浮游植物难以大量繁殖等因素密切相关;②湾口和湾口以外海域始终呈较高值,则可能与该处风搅动程度较高有关;③湾内高值区的变化较大;显然,这种变化是人类在该海域的频繁活动所造成的。

2.1.2 垂直分布

桑沟湾湾口开阔,湾内与湾外的水交换量较大;且湾内地势平坦,水也较浅;因此,该海域垂直混合均匀。本文取表底层海水中两组对应 POC 的数据,进行 t 双向检验,检验结果: t 临界值 $1.997(df=68)$, $P=0.335 > 0.05$,表底层海水中的 POC 无显著性差异。

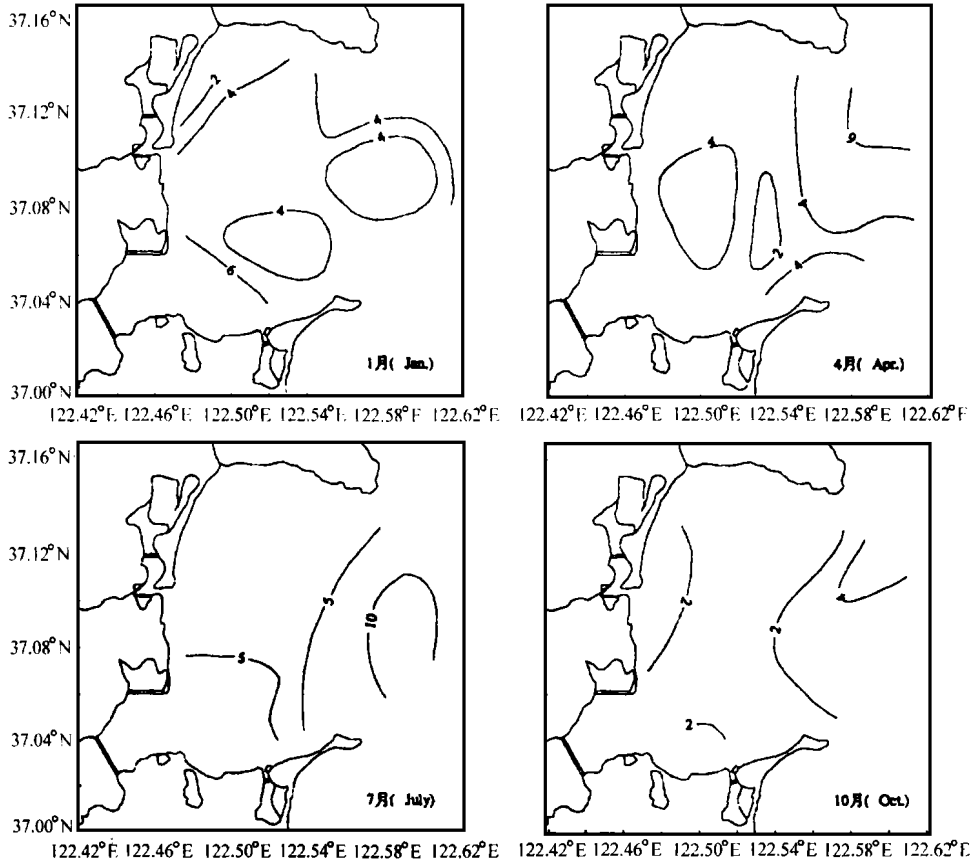


图 2 桑沟湾 POC 的平面分布(1994, $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

Fig. 2 Horizontal-distributions of POC in Sanggou bay (1994, $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)

2.1.3 季节变化

桑沟湾 POC 的季节变化非常近似于一条正弦曲线(图 3), 分别在冬季或接近冬季的 1 至 3 月份和 10 至 11 月份以及春夏交接的 6 至 7 月份呈峰值, 而于 4 至 5 月份和 8 至 9 月份则分别处于低谷期。其中, 7 月份的峰值与该时期湾内初级生产力(P)呈全年最高值密切相关, 而接近冬季的两个峰值期却可能与该时期较强烈的风垂直搅动有关。

2.2 桑沟湾 POC 与 Chl-a 的关系及 POC_B 的估算

2.2.1 POC 与 Chl-a 的关系

海水中的 POC 一般包括生物有机质(POC_B)和碎屑有机质(POC_D)两部分, 即可以表达成

$$\text{POC} = \text{POC}_B + \text{POC}_D$$

虽然 POC_B 中包括了浮游植物、浮游动物和微生物, 但主要贡献者是浮游植物^[4], 因此, POC_B 与 Chl-a 的关系可以表达为

$$\text{POC}_B = f \times \text{Chl-a.}$$

如图 4 所示, 桑沟湾的 POC 与 Chl-a 之间呈正相关关系, 其相关关系可用如下线性方程加以描述

$$\text{POC} = 3.62 + 63.68\text{Chl-a}$$

但也有少部分数据异常, 见图 4 虚线圈内数据, 由于该部分数据的测定时间和地点多集中于风搅动相

对剧烈季节的湾口外底层水域,显然,其原因可能是风垂直搅动使沉积物表层的有机质碎屑二次悬浮所造成的。

Parsons^[4]曾总结了世界许多海域 POC_B 与 Chl-a 之间的相关关系,发现 f 值随海域不同而显著变化,其范围约为 25~250;本研究海域 f 值为 63.68,介于其范围值之间。

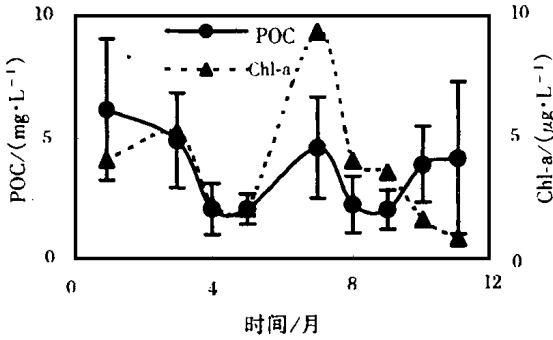


图3 桑沟湾 POC 的季节变化

Fig. 3 Seasonal change of POC in Sanggou bay

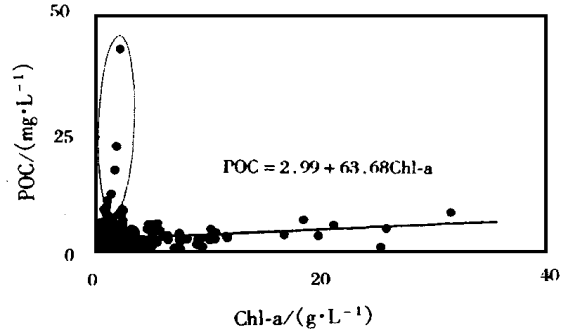


图4 桑沟湾 POC 与 Chl-a 的关系

Fig. 4 Relation between POC and Chl-a in Sanggou bay

2.2.2 桑沟湾 POC_B 的估算

按上一节讨论得到的公式: $POC_B = 63.38Chl-a$ 估算桑沟湾养殖海域浮游植物性颗粒态有机碳,其结果见表1。Steel等^[4,5]曾采用相同的方法,分别研究了北海 Loch Nevis、弗拉登滩和津轻海峡等海域 POC_B 与 POC 之间的关系,其结果表明,在有利于浮游植物生长的季节, POC_B 与 POC 之间的比率高;反之,在营养物质缺乏,浮游植物生长受限时,其比值降至最低点; POC_B 占 POC 年平均百分率为 16%,其分布范围在 0.4~34%之间。桑沟湾 POC_B 的分布范围在 0.06~0.59 $mg \cdot L^{-1}$ 之间,年平均值为 0.24 $mg \cdot L^{-1}$; POC_B 在 POC 中的

表1 桑沟湾 POC_B 的估算结果及季节变化

Tab. 1 POC_B and its seasonal change in Sanggou bay

航次	POC ($g \cdot m^{-3}$)	POC_B ($g \cdot m^{-3}$)	POC_B/POC (%)
1月	6.14	0.26	4.3
3月	4.91	0.33	6.8
4月	2.14	0.15	6.9
5月	2.13	0.14	6.4
7月	4.61	0.59	12.8
8月	2.31	0.26	11.3
9月	2.10	0.23	11.0
10月	3.93	0.11	2.7
11月	4.00	0.06	1.5
平均值	3.59	0.24	7.1

占有百分率在 1.5%~12.8%之间,年平均值为 7.1%,峰值出现在该区域浮游植物繁殖高峰季节 7~9月,而在浮游植物生长明显受限的冬季呈最低值,与上述结果相符(表1)。

2.3 桑沟湾真光层中 POC 存留时间的估算

假定桑沟湾生态系统的 POC 收支处于稳态,则 POC 的输入速率=输出速率;忽略海水的平流作用,则 POC 输入速率主要取决于浮游植物的初级生产量(P)。那么单位水柱下真光层中 POC 的存留时间(τ)可以用单位水柱下 POC 现存量及其输入速率或输出速率进行估算,即:

$$\tau = \text{现存量} / \text{输入速率} = POC \times D \times P^{-1}$$

式中: D 为真光层厚度; P 值系采用 ^{14}C 测定法^[6,7],与 POC 值同步测得。由于 POC、 D 和 P 的年平均值分别为 3.56 $g \cdot m^{-3}$ 、4.6 m 和 563 $mgC \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$,可求出 POC 在该湾单位水柱下真光层中的 τ 值为 29d。该结果显著低于台湾海峡南部真光层中 POC 之 τ 值为 42d 的结果^[8]。可见桑沟湾海域 POC 的再生速率快,具有相对较高的生物活性。

3 结语

受海水养殖生产及风搅动等因素的影响,桑沟湾的POC有显著的平面分布和季节变化。但对表层海水两组对应POC数据进行t双向检验结果表明,其POC的垂直分布无显著性差异;该结果也从理论上表明,桑沟湾具有在不同水层养殖双壳贝类的可能性。

桑沟湾的POC与Chl-a之间呈正相关关系,其相关关系可用下述线性方程加以描述

$$POC = 3.62 + 63.68Chl-a$$

桑沟湾养殖海域POC_B估算结果与其它海域估算结果相符,在有利于浮游植物生长的季节,POC与POC_B之间的比率较高;反之,在营养物质缺乏,浮游植物生长受限时,其比值降至最低点。桑沟湾POC_B的分布范围在0.06~0.59 mg·L⁻¹之间,年平均值为0.24 mg·L⁻¹;POC_B在POC中的占有百分率在1.5%~12.8%之间,年平均值为7.1%,峰值出现在该区域浮游植物繁殖高峰季节7~9月,而在浮游植物生长明显受限的冬季呈最低值。

桑沟湾单位水柱下真光层中POC的τ值为29d,该结果显著低于台湾海峡南部真光层中POC之τ值为42d的结果。可见桑沟湾海域POC的再生速率快,具有相对较高的生物活性。

参考文献:

- [1] 方建光,匡世焕,孙慧玲,等.桑沟湾栉孔扇贝养殖容量的研究[J].海洋水产研究,1996,17(2):18~30.
- [2] Carver C E A, Mallet A L. Estimating the carrying capacity of a coastal inlet for mussel culture[J]. Aquac, 1990, 88(1): 39~53.
- [3] Incze L S, Luze R A, True E. Modeling carrying capacities for bivalve molluscs in open, suspended-culture system[J]. J World Maricult Soc, 1981, 12: 143~155.
- [4] Parsons T R. Particulate organic carbon in the Sea[A]. Chemical Oceanography[M]. London: Academic Press, 1975, 2:365~383.
- [5] Steel J H, Baird I E. Further relations between primary production, chlorophyll, and particulate carbon Limnol[J]. Oceanogr, 1962, (7): 42~47.
- [6] 李永祺. 用¹⁴C法测定海洋初级生产力[J]. 海洋科学, 1982, (6): 51~55.
- [7] Cadee G C. Primary production of the Guyana Coast[C]. Netherlands J of Sea Res, 1975, 4(1): 123~143.
- [8] 郭劳动,洪华生.台湾海峡南部颗粒有机碳的分布与变化[A]. 闽南-台湾浅滩渔场上升流区生态系研究[C].北京:科学出版社, 1991. 224~230.

欢迎订阅 2001 年《水利渔业》

《水利渔业》是由水利部中国科学院水库渔业研究所主办的水产技术刊物,主要栏目包括:研究与探索、名特优新、增殖养殖、营养与饲料、病害防治、捕捞加工、资源与环境、水产综述、渔业经验、水产信息等。本刊以实用技术为主,技术与经济并重,兼顾信息交流,对水产科研、渔业开发、技术推广、知识更新、渔业致富有实用价值,适合广大科研、推广、教学、生产和管理的水产工作者阅读。

本刊为双月刊,国际标准刊号 ISSN 1003-1278,国内统一刊号 CN 42-1247/S。国内外公开发行,邮发代号:38-76。大16开,每期56页,每期定价5元,全年6期30元。欢迎广大新老朋友到当地邮局订阅。

编辑部地址:武汉市武昌雄楚大街578号水利渔业编辑部,邮政编码:430079。

联系电话:027-87803555