第 36 卷 第 6 期
2005 年 11 月

海 洋 与 湖 沼
OCEANOLOGIA ET LIMNOLOGIA SINICA

Vol. 36, No. 6
Nov., 2005

胶州湾大型底栖动物次级生产力初探*

李新正 王洪法 张宝琳
(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 根据 1998—1999 和 2000—2004 年在胶州湾 10 个大面观测站考察采集的大型底栖动物定量样品,利用 Brey (1990) 的经验公式进行了大型底栖动物栖息丰度、生物量、次级生产力和 P/B 值的研究计算,其中,平均栖息丰度在 1998—1999 年为 381.7ind/m^2, 2000—2004 年为 304.6ind/m^2; 平均生物量以去灰干重计, 1998—1999 年为 22.22g/m^2, 2000—2004 年为 16.30g/m^2; 平均次级生产力以去灰干重计, 1998—1999 年为 18.65 g/(m^2·a), 2000—2004 年为 3.41g/(m^2·a); P/B 值在两个时间段均为 1.05a^{-1}。结果表明,胶州湾大型底栖动物次级生产力由湾口—湾北部的湾顶呈梯度升高, 2000—2004 年次级生产力较 1998—1999 年有所下降,湾顶的高分布区下降更为明显,且高分布中心向西偏移,而大型底栖动物群落的物种组成基本保持稳定。文中分析了次级生产力下降和偏移的原因。通过比较,发现胶州湾大型底栖动物次级生产力高于渤海,远高于南黄海和东海,验证了次级生产力受水深的影响,随水深加大而降低; P/B 值较渤海高,较东海低,与南黄海大部分海域平均值接近,验证了 P/B 值随水温升高而升高,也说明了胶州湾大型底栖动物群落中个体小、生活史短、代谢快的种类所占的比例高于渤海,低于东海,与南黄海其它水域近似。

关键词 次级生产力, P/B 值, 生物量, 丰度, 大型底栖动物, 胶州湾
中图分类号 Q958.1

胶州湾位于南黄海山东半岛南岸,北纬 35°38′—36°18′,东经 120°04′—120°23′,是一个典型的半封闭海湾,其良好的水文环境和由周围河流提供的丰富的营养盐为湾内生物提供了适宜的生长繁殖条件,使底栖生物群落发育良好。胶州湾是我国海洋生态学研究开展最早的海域之一。自 20 世纪 50 年代,中国科学院海洋研究所等单位即开展胶州湾潮间带等的生物科学考察(古丽亚诺娃等, 1958),之后陆续开展了系统的底栖生物生态学研究(刘瑞玉, 1992a; 刘瑞玉等, 1992b; 孙道元等, 1995、1996; 孙 滨等, 1992; 董金海等, 1995; 李新正等, 2001、2002、2004)。

由于经济和社会的快速发展,人类活动对胶州湾海洋环境的胁迫作用越来越大,胶州湾的生物面临着前所未有的生存压力,湾内底栖生物的种类组成和物种的种群数量也在发生着变化。为观察这一变化的规律以及造成这一变化的机制,自 1998 年以来,连续对胶州湾底栖生物进行了野外考察和分析(李新正等, 2001、2002、2004),以期与已有研究和历史资料(古丽亚诺娃等, 1958; 刘瑞玉, 1992a; 刘瑞玉等, 1992b; 孙道元等, 1995、1996; 孙滨等, 1992; 董金海、焦念志, 1995)做对比研究。但已有分析研究尚未涉及底栖生物的次级生产力问题,而底栖生物在海洋生物食物链中的重要地位使其量化研究不但对底栖生物群落自身的变化及其机制具有重要意义,而且对于更深入地理解和研究整个海洋生态系统的变化规律有着重要意义。次级生产力的研究为底栖生物的量化研究提供了一条重要途径。

中国科学院知识创新方向性项目为详细研究胶州湾底栖生物多年来的变化提供了经费支持。本研究中作者将利用 1998—2004 年的野外观察采集资料,对胶州湾底栖生物次级生产力进行初步的探讨分析,并与南黄海其它海域、渤海、东海

* 中国科学院知识创新项目, KZCX3-SW-214 号。李新正, 博士, 研究员, E-mail: lixzh@ms.qdio.ac.cn
收稿日期: 2005-04-22, 收修改稿日期: 2005-06-30

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的资料进行对比。由于缺乏以前胶州湾大型底栖动物次级生产力的数据, 无法比较长时间跨度的底栖生物次级生产力的变化, 因此, 作者将 20 世纪末的 1998—1999 年和 21 世纪的 2000—2004 年分别作为一个时间段进行数据比较, 以分析次级生产力在时间上的变化。

1 取样与方法

1.1 取样时间

1998 年 2 月—2004 年 5 月, 每年 2 月(冬季)、5 月(春季, 其中 1998 年为 4 月取样)、8 月(夏季)、11 月(秋季) 各进行一个航次取样。

1.2 站位

在胶州湾内设置底栖生物 10 个站, 其中 1—9 号站在胶州湾内, 10 号站在湾外。站位经纬度见表 1。

表 1 胶州湾底栖生物观测站站位

Tab. 1 Location of sampling stations in the Jiaozhou Bay

站号	北纬(°N)	东经(°E)
1	36.133	120.187
2	36.158	120.250
3	36.155	120.330
4	36.092	120.180
5	36.100	120.250
6	36.100	120.292
7	36.067	120.233
8	36.037	120.233
9	36.030	120.287
10	35.983	120.427

1.3 取样方法

使用 0.1m^2 大洋 50 型采泥器, 每航次每站成功取样 2 次作为一个泥样, 将泥样经 0.5mm 孔径过滤筛冲洗掉泥沙, 过滤出底栖生物样品, 将样品保存于标本瓶中, 以 75% 酒精固定, 作为该航次该站的样品, 带回实验室。

1.4 种类鉴定

将采集样品按每航次每站粗分至生物大类后再鉴定至种。

1.5 基本数据获取

按每航次每站每种计数称重, 称重用千分之一克精度电子天平, 重量作为湿重。湿重的 9/50 作为去灰干重(ash-free dry weight, AFDW) (Crips, 1984) (即湿重的 1/5 作为干重, 干重的 9/10 作为去灰干重)。将每航次每站所有大型底栖动物物种的去灰干重相加后除以 0.2m^2 获得该航次该站的大型底栖动物去灰干重总生物量。将每站年度所有航次的大型底栖动物去灰干重总生物量相加除以年度航次数获得该站的大型底栖动物年平均去灰干重生物量。每航次每站的栖息丰度由在该航次该站获得的所有大型底栖动物个数除以 0.2m^{2}得到, 将每站年度所有航次的大型底栖动物丰度相加除以年度航次数获得该站的大型底栖动物年平均栖息丰度。

1.6 次级生产力计算

根据 Brey(1990) 的经验公式:

$$\lg P = -0.4 + 1.007^{*} \lg B - 0.27^{*} \lg W \quad (1)$$

其中, P 为每站大型底栖动物次级生产力[单位: g(AFDW)/(m^2·a)], B 为每站大型底栖动物年平均去灰干重生物量[单位: g(AFDW)/m^2], W 为每站大型底栖动物个体年平均去灰干重[单位: g(AFDW)/ind]。

由于

$$W = B/A \quad (2)$$

其中, A 为每站大型底栖动物年平均栖息丰度(单位: ind/m^2)。将公式(2) 代入公式(1), 转换后得:

$$P = A^{0.27} * B^{0.737} / 10^{0.4} \quad (3)$$

2 结果

2.1 栖息丰度和生物量

根据原始数据, 为便于比较次级生产力的变化趋势, 将 1998—1999 年和 2000—2004 年的数据分开统计, 获得两个时间段的胶州湾大型底栖动物各检测站的年平均密度和年平均生物量, 分别见表 2 和表 3。

2.2 次级生产力

根据公式(3), 计算各站在两个时间段的大型底栖动物次级生产力, 分别列于表 2、3。由表 2、表 3 可以看出, 各站在 1998—1999 年平均次级生产力为 18.65g(AFDW)/(m^2·a), 2000—2004 年平均次级生产力为 13.41g(AFDW)/(m^2·a); 两个时间段的次级生产力均以湾内、湾顶(靠近湾北岸海域, 下同) 的 1—4 号站较高, 靠近湾口的 9 号站和湾外的 10 号站最低。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 2 胶州湾大型底栖动物 1998—1999 年年平均栖息丰度、年平均生物量、次级生产力和 *P/B* 值

Tab. 2 The abundance, biomass, secondary production and *P/B* ratio of macrobenthos in different stations in Jiaozhou Bay from 1998 to 1999

站位	年平均栖息丰度 (ind/m^2)	年平均生物量 [g(AFDW)/m^2]	次级生产力 [g(AFDW)/(m^2·a)]	*P/B* 值
1	322.0	14.72	13.74	0.93
2	941.3	107.52	79.45	0.74
3	867.6	43.1	39.63	0.92
4	305.6	25.19	20.12	0.80
5	187.5	9.03	8.28	0.92
6	307.9	4.96	6.09	1.23
7	201.5	10.68	9.55	0.89
8	324.3	3.75	5.02	1.34
9	97.7	1.29	1.65	1.28
10	261.3	1.98	2.96	1.49
平均	381.7	22.22	18.65	1.05

表 3 胶州湾大型底栖动物 2000—2004 年年平均栖息丰度、年平均生物量、次级生产力和 *P/B* 值

Tab. 3 The abundance, biomass, secondary production and *P/B* ratio of macrobenthos in different stations in Jiaozhou Bay from 2000 to 2004

站位	年平均栖息丰度 (ind/m^2)	年平均生物量 [g(AFDW)/m^2]	次级生产力 [g(AFDW)/(m^2·a)]	*P/B* 值
1	339.7	64.50	41.41	0.64
2	357.6	32.24	25.18	0.78
3	689.5	27.76	26.93	0.97
4	219.7	13.39	11.55	0.86
5	233.6	8.10	8.11	1.00
6	395.6	4.21	5.77	1.37
7	97.9	4.19	3.94	0.94
8	272.1	3.84	4.88	1.27
9	143.2	2.72	3.18	1.17
10	297.3	2.02	3.11	1.54
平均	304.6	16.30	13.41	1.05

图1、图2 分别表示两个时间段次级生产力的分布情况。

2.3 *P/B* 值

各站在两个时间段的 *P/B* 值分别列于表 2、3, 其平均值均为 1.05a^{-1}。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

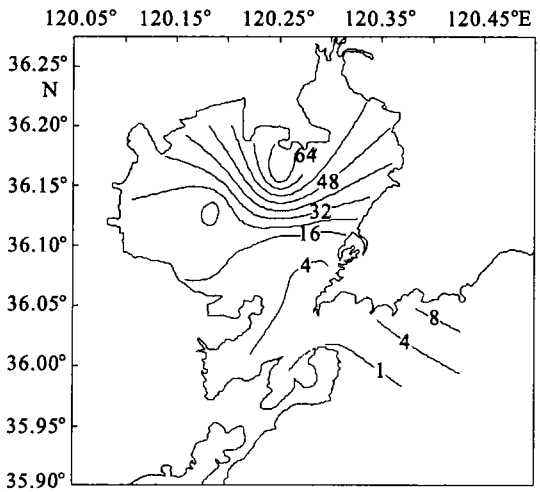

图 1 胶州湾大型底栖动物 1998—1999 年次级生产力分布

Fig. 1 Distribution of secondary production of macrobenthos in Jiaozhou Bay in 1998 to 1999

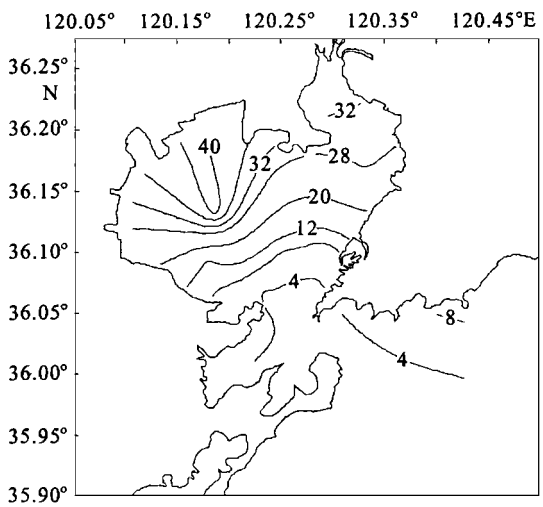

图 2 胶州湾大型底栖动物 2000—2004 年次级生产力分布

Fig. 2 Distribution of secondary production of macrobenthos in Jiaozhou Bay in 2000 to 2004

3 讨论

3.1 次级生产力分布格局分析

由表 2、3 和图 1、2 可以看出, 在调查期间湾内的大型底栖动物次级生产力明显高于湾外附近海域, 而在湾内, 由湾口到湾顶, 次级生产力呈明显的梯度升高。这一次级生产力的分布模式应与底栖生物环境密切相关。由于胶州湾是一个半封闭海湾, 湾口小而湾顶较大, 使湾内外水交换过程中水流速度在湾口及其附近较大, 向湾顶逐渐减小, 从而使海水对海底的冲刷作用由湾口向湾顶逐渐减弱, 底质大致也由湾顶的泥(淤泥) 到湾中部的泥沙直到湾口的砂石, 而泥中含有的有机营养物质远较沙中丰富, 使以过滤泥吸取营养的多毛类等在湾顶较为丰富, 而以泥质底为主要生活环境的菲律宾蛤仔也主要分布在湾顶。湾顶附近离青岛港和黄岛油码头较远, 受轮船过往及抛锚的活动干扰较小, 生活环境相对稳定。另外, 由周边河流及雨水带入湾内的陆源营养盐主要集中在湾顶海域, 使湾顶附近的浮游植物生长较快, 初级生产力远高于湾口(郭玉洁等, 1992; 吴玉霖等, 1995) , 这也造成了浮游动物数量在湾顶高于湾口的情况(肖贻昌等, 1992) ; 而湾顶水流速度慢、水深小, 浮游动植物生物体及其形成的营养颗粒、有机大分子沉降到海底的速度和数量均会远远大于湾口, 是湾顶及其附近海域底质营养物质远较湾口丰富的重要原因。上述诸种因素使胶州湾湾顶部及其附近海域底栖生物生物量和栖息丰度高(李新正等, 2002) , 从而造成该海域底栖生物次级生产力高于湾口及其附近海域。

3.2 次级生产力变化分析

由于缺乏 1998 年以前胶州湾大型底栖动物次级生产力的数据, 无法比较长时间跨度的底栖生物次级生产力的变化, 但从 7 年来的数据不难看出, 2000—2004 年的大型底栖动物次级生产力明显低于 1998—1999 年, 湾顶处下降较湾口处更加显著, 而且分布格局出现了明显变化, 即高次级生产力的区域由 1998—1999 年的湾顶中部红岛以南到 2000—2004 年的向西偏移至大沽河口和红石崖附近。胶州湾于上世纪 80 年代已基本禁止渔业拖网作业, 90 年代中期以后湾内已基本没有任何形式(包括科研) 的拖网, 因此, 大型底栖动物次级生产力的下降不应是拖网造成的。胶州湾周边河流断流和环胶州湾高速公路的建设使入海陆源营养盐减少, 黄岛油码头扩建和青岛港吞吐量上升以及湾内海产品养殖业的大力发展使湾内污染加重, 锚坑造成海底底质不均和底栖生物运动障碍, 周边工业和生活污水的排放量增加等应是大型底栖动物次级生产力下降的重要因素, 而沧口码头在上世纪 90 年代末的兴建围填了大面积的潮间带和潮下带海域, 不但使沧口李村河口的大片泥滩生境消失, 而且这也可能是造成大型底栖动物次级生产力高分布区由 1998—1999 年的红岛附近向西偏移至 2000—2004 年的红石崖

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

和大沽河口附近, 并使湾顶次级生产力下降较湾口处更加明显的主要原因。

新的大型底栖动物次级生产力高分布区出现在红石崖和大沽河口附近, 其次级生产力值在两个时间段的变化不大, 大约在 40g(AFDW)/(m^2·a)。该区域正是菲律宾蛤仔在胶州湾的主要养殖区, 这一方面说明菲律宾蛤仔在该区域的养殖规模 7 年来变化不大, 同时也说明菲律宾蛤仔及其养殖环境中的其它大型底栖动物是胶州湾大型底栖动物次级生产力的主要贡献者。

3.3　胶州湾次级生产力与其它海区的比较

根据 7 年来的资料, 胶州湾大型底栖动物的平均次级生产力为 18.65(1998—1999) 和 13.41(2000—2004) g(AFDW)/(m^2·a)。此值高于近年来在渤海[6.49g(AFDW)/(m^2·a), 于子山等, 2001]、南黄海[4.98g(AFDW)/(m^2·a)] 以及东海[1.62g(AFDW)/(m^2·a)] 的调查结果。这验证了 Brey 等(1997、1998) 关于大型底栖动物生产力随水深的增加而下降的推论: 渤海及其渤海海峡以东的调查海域平均水深大约为 19—20m(于子山等, 2001), 在南黄海的调查海域平均水深大约 50.6m, 东海的调查海域平均水深大约 74.7m, 而胶州湾的平均水深为 7m(刘瑞玉等, 1992b), 即各调查海域水深为胶州湾> 渤海> 南黄海> 东海, 而大型底栖生物次级生产力为胶州湾< 渤海< 南黄海< 东海。

胶州湾与南黄海、渤海海域相比, 初级生产力和各类生物量显著地高(刘瑞玉等, 1992c), 本研究的结果表明大型底栖生物次级生产力也较南黄海、渤海海域显著地高。

3.4　*P/B* 值

P/B 值是次级生产力与生物量的比值, 被认为是种群最大可生产量的指示值, 该值指出了生物量的轮回次数, 其值高低与生物的生命周期密切相关(Tumbiolo *et al*, 1994)。个体较小、生活史短、繁殖较快、繁殖率高、对环境变化的适应性强种的 *P/B* 值较高, 反之, 该值较低。它也反映了一个生态群落内物种的新陈代谢率的高低和世代的更替速度。胶州湾大型底栖动物的 *P/B* 值在 1998—1999 年和 2000—2004 年两个时间段的平均值均为 $1.05a^{-1}$(表 2、表 3), 说明 7 年来胶州湾大型底栖动物群落的物种组成基本没有改变, 其物种的平均世代更替速度大约每年 1 代。

胶州湾大型底栖动物的 *P/B* 值($1.05a^{-1}$) 高于渤海的 $0.82a^{-1}$(于子山等, 2001), 而低于东海的 $1.41a^{-1}$, 与整个南黄海的 $1.10a^{-1}$ 相近, 但低于南黄海　鱼产卵场的 $1.32a^{-1}$。这验证了 Brey 等(1998) 关于 *P/B* 值随水温升高而升高的推论。渤海海底年均水温为 8℃, 南黄海调查区海底年均水温约为 16℃, 东海调查区海底年均水温约为 18—20℃, 而胶州湾年均水温为 12.2℃。胶州湾大型底栖动物的 *P/B* 值说明胶州湾大型底栖动物中, 小型种类所占的比例较渤海多, 较东海少, 与南黄海较接近而略低于南黄海的平均值。

3.5　胶州湾大型底栖动物次级生产力总值估算

胶州湾现有水域约 $384km^2$, 按 2000—2004 年平均次级生产力 13.41g(AFDW)/(m^2·a) 计算, 胶州湾每年大型底栖动物次级生产力总值大约为 2.86 万 t 湿重。这应是一个在自然条件下对整个胶州湾大型底栖动物次级生产力的保守估算。由于湾内有大面积的养殖区, 如红石崖外的泥滩、大沽河口外的潮下带等海域密集养殖菲律宾蛤仔, 1989 年的产量已接近 10 万 t 带壳湿重(刘瑞玉等, 1992c), 形成了特殊的养殖环境, 这些区域不适于自然条件下的次级生产力估算。

致谢　　本研究受到项目组首席科学家孙松研究员、中国科学院胶州湾生态站和项目其它课题组的大力支持和协助, 在课题研究过程中受到刘瑞玉院士的关怀和指导, 孙道元、任先秋、徐凤山、廖玉麟等专家分别鉴定标本, 吴玉霖研究员介绍胶州湾浮游植物的特点, 王金宝协助计算, 课题组其他成员参加了部分取样考察, 中国科学院海洋研究所标本馆管理人员对标本整理给予大力协助, 谨致谢忱。

参　考　文　献

于子山, 张志南, 韩　洁, 2001. 渤海大型底栖动物次级生产力的初步研究. 青岛海洋大学学报, 31(6): 867—871 [Yu Z S, Zhang Z N, Han J, 2001. Primary study on secondary production of macrobenthos in Bohai Sea. Journal of Ocean University of Qingdao, 31(6): 867—871]

古丽亚诺娃 E Φ, 刘瑞玉, 斯卡拉脱 O A 等, 1958. 黄海潮间带生态学研究. 中国科学院海洋生物研究所丛刊, 1(2): 1—41 [Gurjanova P V, Liu J Y, Scarlato O A *et al*, 1958. A short report on the intertidal zone of the Shantung Peninsula (Yellow Sea). Bulletin of Institute of Marine Biology, Academia Sinica, 1(2): 1—41]

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

刘瑞玉主编, 1992a. 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 1—460

刘瑞玉, 1992b. 自然环境特点. 见: 刘瑞玉主编. 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 2—3

刘瑞玉, 1992c. 环境与资源评价. 见: 刘瑞玉主编. 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 424—427

孙道元, 张宝琳, 吴耀泉, 1995. 胶州湾底栖生物的数量研究. 见: 董金海、焦念志编. 胶州湾生态学研究. 北京: 科学出版社, 159—165

孙道元, 张宝琳, 吴耀泉, 1996. 胶州湾底栖生物动态研究. 海洋科学集刊, 37: 103—113 [Sun D Y, Zhang B L, Wu Y Q, 1996. A study on macrobenthic in fauna in the Jiaozhou Bay. Studia Marina Sinica, 37: 103—113]

孙 滨, 刘瑞玉, 崔玉珩, 1992. 软底动物数量的季节变化. 见: 刘瑞玉主编. 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 238—256

吴玉霖, 张永山, 1995. 胶州湾叶绿素 *a* 和初级生产力的分布特征. 见: 董金海、焦念志编. 胶州湾生态学研究. 北京: 科学出版社, 137—149

李新正, 于海燕, 王永强等, 2001. 胶州湾大型底栖动物的物种多样性现状. 生物多样性, 9(1): 80—84 [Li X Z, Yu H Y, Wang Y Q *et al*, 2001. Study on biodiversity of macrobenthic fauna in Jiaozhou Bay. Biodiversity Science, 9(1): 80—84]

李新正, 于海燕, 王永强等, 2002. 胶州湾大型底栖动物数量动态的研究. 海洋科学集刊, 44: 66—73 [Li X Z, Yu H Y, Wang Y Q *et al*, 2002. Study on quantitative dynamics of macrobenthic fauna in Jiaozhou Bay. Studia Marina Sinica, 44: 66—73]

李新正, 王洪法, 于海燕等, 2004. 胶州湾棘皮动物的数量变化及与环境因子的关系初探. 应用与环境生物学报, 10(5): 618—622 [Li X Z, Wang H F, Yu H Y *et al*, 2004. The relationships between the distributions of echinoderms and the environmental factors in Jiaozhou Bay. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology, 10(5): 618—622]

肖贻昌, 高尚武, 张河清, 1992. 浮游动物. 见: 刘瑞玉主编. 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 171—203

郭玉洁, 杨则禹, 1992. 浮游植物. 见: 刘瑞玉主编. 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 136—170

董金海, 焦念志(主编), 1995. 胶州湾生态学. 北京: 科学出版社, 1—205

Brey T, Gerdes D, 1998. High Antarctic macrobenthic community production. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 231: 191—200

Brey T, 1990. Estimating productivity of macrobenthic invertebrates from biomass and mean individual weight. Meeresforschung, 32(4): 329—343

Crips D J, 1984. Energy flow measurements. In: Holme N A, McIntyre A D ed. Methods for the study of marine benthos. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 284—372

Tumbiolo M L, Downing J A, 1994. An empirical model for the prediction of secondary production in marine benthic invertebrate populations. Marine Ecology Progress Series, 114: 165—174

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

THE SECONDARY PRODUCTION OF MACROBENTHOS IN JIAOZHOU BAY, SHANDONG

LI Xin-Zheng, WANG Hong-Fa, ZHANG Bao-Lin
(*Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao*, 266071)

Abstract Based on the macrobenthos samples of taken in 10 stations in the Jiaozhou Bay from 1998 to 1999 and from 2000 to 2004, the knowledge of biomass and abundance of macrobenthos was obtained. Using Brey's (1990) empirical formula, we calculated the secondary production and *P/B* ratio with the result that the mean abundance was 381.7ind/m^2 from 1998—1999 and 304.6ind/m^2 from 2000—2004; the mean biomass in AFDW (ash-free dry weight) was 22.22g/m^2 from 1998—1999 and 16.30g/m^2 from 2000—2004; the mean secondary production in the bay in AFDW was 18.65 g/(m^2·a) from 1998—1999 and 13.41g/(m^2·a) from 2000—2004; the mean *P/B* ratio was the same at 1.05a^{-1} for both periods of 1998—1999 and 2000—2004. The distributions of secondary production increased gradually from outside open sea, to the bay mouth, and to the northern bay during the two periods of study. The mean secondary production during 2000—2004 was lower than that during 1998—1999; a high value center during 1998—1999 was in central northern part of the bay near Hongdao, and the center during 2000—2004 was in the northwestern part of the bay near Dagu River estuary and Hongshiya. Highway construction and engineering around the bay and busy activities in the wharf in Cangkou area, resulting in disappearing of large area of ecotope in mud flat at Licun River mouth in northeastern part of the bay, which should be the main reason causing the high distribution center of the secondary production shifted from central northern bay to the northwestern bay. Human activity-related pollutions from households and industries around the bay, marine culture, and the dry-out of incoming rivers to the bay should be responsible for the decline of the secondary production during 1998 to 2004. The secondary productions of macrobenthos in the Jiaozhou Bay in both 1998—1999 and 2000—2004 were higher than that in the Bohai Gulf reported in 2001, much higher than those in southern Yellow Sea and the East China Sea. This result confirms the hypothesis that the secondary production is affected by water depth, and decreased exponentially as water depth increases. The *P/B* ratio of the macrobenthos in the Jiaozhou Bay was higher than that in the Bohai Gulf, lower than that in the East China Sea, close to that in southern Yellow Sea, which shows that the species in small body size, short life, and quick metabolism occupy more proportion of the macrobenthic community of the Jiaozhou Bay than that of the Bohai Gulf, but less proportion than that of the East China Sea, and similar to that of the Yellow Sea. It was confirmed that *P/B* ratio increased exponentially with water temperature. The *P/B* ratio at 1.05a^{-1} shows that the mean life history of macrobenthos in the Jiaozhou Bay is about 1 generation in 1 year.

Key words Secondary production, *P/B* ratio, Biomass, Abundance, Macrobenthos, Jiaozhou Bay

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net