不同孔径底层筛对胶州湾大型底栖动物取样结果的影响

李新正，王洪法，王金宝，张宝琳，李宝泉

(中国科学院 海洋研究所，山东 青岛 266071)

摘要：利用 2003 年 11 月在胶州湾所设的 20 个站，每站成功取 4 个定量采泥样品，每两 个样品分别用底层筛 孔径 0.5 mm 和 1.0 mm 的套筛冲洗所得的大型底栖动物样品，进行大型底栖动物栖息密度、生物量及种数比较分析。结果显示，0.5 mm 孔径底层筛样品的总平均栖息密度、总平均生物量、总种数分别是 1.0 mm 底层筛的样品的 1.36，1.19，1.15 倍；两种筛所获的样品对大型底栖动物的栖息密度影响最明显，对生物量、种数影响较小；环节动物多毛类、甲壳动物类群中的钩虾类 个体较细小，是受底层筛 孔径影响最明显的类群；0.5 mm 孔径底层筛的取样质量明显好于 1.0 mm 孔径底层筛。

关键词：大型底栖动物；取样筛；胶州湾

中图分类号：P714.5　　文献标识码：A　　文章编号：1000-3096(2005)12-0068-07

海洋调查中大型底栖动物的定量取样主要采取底栖采泥的方法，泥样的冲洗采用双层套筛。1975 年国家海洋局颁布的《海洋调查规范》中底层筛孔径规定为 1.0 mm。20 世纪 80 年代以前我国海洋大型底栖动物调查采泥取样的冲洗采用的底层筛孔径多为 1.0 mm，极少为 0.5 mm。1991 年国家技术监督局颁布了新的《海洋调查规范》，其中大型底栖动物采泥冲洗套筛底层筛孔径规定为 0.5 mm。

胶州湾自 20 世纪 50 年代开始即进行大型底栖动物的调查研究。其定量采泥所使用的底层筛孔径在 1991 年之前为 1.0 mm，1991 年之后的采泥取样按照新的《海洋调查规范》规定采用了 0.5 mm 孔径的底层筛。

由于用两种孔径底层筛所获大型底栖动物的数量会有差异，对底栖动物的栖息密度、生物量及种数的统计会产生影响，因此，在研究大型底栖动物多年来的数量变化时，历史资料与近期调查结果的可比性大打折扣。为探讨两种孔径套筛所获数据的具体差异，作者于 2003 年 11 月在对胶州湾大型底栖动物调查取样时同时采用两种孔径的套筛，对所获数据进行了对比，为多年来用两种孔径套筛获得的底栖动物调查资料的比较研究提供参考。

1　材料与方法

2003 年 11 月在胶州湾设 20 个取样站(图 1)进行大型底栖动物取样，每站用取样面积 0.1 m^2 的大洋 50 型表层采泥器成功重复取样 4 次，第一、三次的泥样用底层筛孔径为 0.5 mm 的套筛冲洗，第二、四次用底层筛孔径为 1.0 mm 的套筛冲洗，所获底栖动物样品用 75% 的酒精分别固定后带回实验室，随后对所获样品经种类鉴定、个体计数、生物量称量计算后进行数据对比分析。由于菲律宾蛤仔(*Ruditapes philippinarum*)个体较大，两种孔径套筛对其采集数量不会产生影响，而该种在湾内有大片人工养殖区，其栖息密度和生物量均较高，其数值将大大淡化自然状态下使用两种孔径套筛采集大型底栖动物数量的比较结果。因此，在本研究中大型底栖动物的栖息密度、生物量统计未将菲律宾蛤仔的数值统计在内。在资料分析中，由于同一站位同时取样，除套筛孔径外，其它条件基本相同，所以采用成对数据平均数比较的假设检验方法[1]比较两种孔径套筛冲洗方法所获大型底栖动物的栖息密度、生物量和种数的差异。假设两种孔径套筛所获样品序列的变量为 x_1 和 x_2，共配成 n 对，各对的差数为 $d = x_1 - x_2$，则样品差数平均数为：$\bar{d} = \frac{\sum d}{n}$；样品差数的方差：$S_d^2 = \frac{\sum (d - \bar{d})^2}{n - 1}$；样品差数平均数的标准误差：$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{S_d^2}{n}}$；若假设 $\mu_d =$

收稿日期：2005-06-30；修回日期：2005-08-02

基金项目：中国科学院知识创新项目(KZCX3-SW-214)；山东省科学技术发展计划项目(031070119)

作者简介：李新正(1963-)，男，山东潍坊人，研究员，博士，研究方向：甲壳动物分类系统学、海洋生物多样性、海洋底栖生物生态学、虾类生物学，E-mail：lixzh@ms.qdio.ac.cn

$\mu_1 - \mu_2 = 0$, 其中μ_d为样品总体差数, μ_1, μ_2分别为两样品数值的总体平均数, 则$t = \bar{d}/S_{\bar{d}}$, 其中t代表t检验, 其数值代表两样品序列的差异程度。在自由度为$df = n - 1$的情况下, 查表可知在不同概率下的t值, 从而判断两种取样方法的差异性。如果在极小概率下, 查表所得的值小于t的绝对值, 则假设不成立, 可认为两种取样方法产生显著差异。

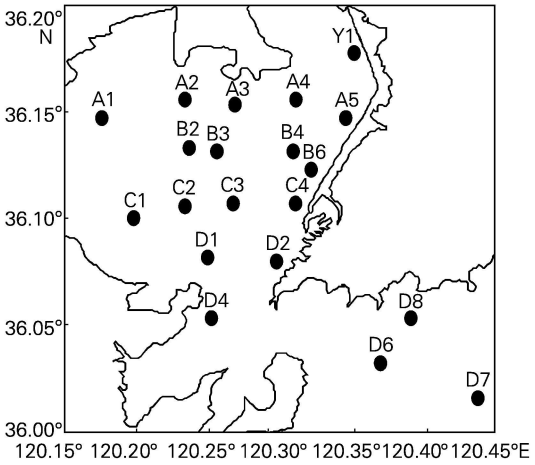

图 1 胶州湾取样站位

Fig. 1 Sampling stations in Jiaozhou Bay

2 结果

2.1 各站栖息密度、生物量及种数的比较

表 1, 2, 3 分别列出了使用两种孔径底层筛获取的各站大型底栖动物的栖息密度、生物量和种数。

由表 1 可看出, 本月调查的 20 个站中, 0.5 mm 筛的栖息密度高于 1.0 mm 筛的站比为: 环节动物多毛类, 13∶6 (1 个站相同); 软体动物 10∶8 (其中 1 个站均无软体动物, 1 个站相同); 甲壳动物, 11∶7 (2 个站相同); 棘皮动物, 7∶7 (其中 5 个站均无棘皮动物, 1 个站相同); 其它类别 9∶8 (3 个站都无其它类别), 总栖息密度站比为 15∶5。

从表 2 可看出, 0.5 mm 筛的生物量高于 1.0 mm 筛的站比为: 环节动物多毛类, 13∶7; 软体动物为 13∶6 (其中 1 个站都无软体动物), 甲壳动物为 10∶10, 棘皮动物为 8∶7 (其中 5 个站都无棘皮动物), 其它类别 11∶6 (3 个站都无其它类别), 总生物量站比为 15∶5。

从表 3 可看出, 0.5 mm 筛的种数高于 1.0 mm 筛的站比环节动物多毛类为 9∶8(3 个站相同), 软体动物为 8∶6 (其中 1 个站都无软体动物, 5 个站相同), 甲壳动物为 8∶8(4 个站相同), 棘皮动物为 6∶4 (其中 5 个站都无棘皮动物, 5 个站相同), 其它类别为 7∶7 (3 个站都无其它类别, 1 个站相同), 总种数站比为 11∶9。

2.2 各类别平均栖息密度、平均生物量及种数的比较

表 4 列出了本月调查的 20 个站中, 用 0.5 mm 和 1.0 mm 孔径底层筛所获得的大型底栖动物各类群的平均栖息密度、平均生物量及种数。表 5 列出了甲壳动物主要类别的栖息密度、生物量、种数在不同孔径底层筛采集方法下的结果。

2.3 数据检验

数据的平均数比较的假设检验。用成对数据平均数比较的假设检验方法, 经计算, 使用 0.5, 1.0 mm两种孔径底层筛取样方法采集大型底栖动物栖息密度、生物量和种数的 t 值分别是 1.703 8, 0.508, 0.884 8。

3 讨论

上述结果说明, 2003 年 11 月在胶州湾 20 个站的取样所获样品中, 各站各动物类别的栖息密度、生物量、种数和总栖息密度、总生物量、总种数多为 0.5 mm 孔径底层筛样品高于或等于 1.0 mm 孔径底层筛样品。平均栖息密度差异较大的类别为环节动物多毛类和甲壳动物, 分别相差 26.75, 22 个/m^2, 平均生物量差异较大的类别为棘皮动物和环节动物多毛类, 相差 2.13, 0.89 g/m^2, 种数差异较大的类别为甲壳动物, 相差 10 种。由于软体动物、棘皮动物个体相对都较大, 而环节动物多毛类、甲壳动物(特别是钩虾类) 个体都较细、较小, 所以, 两种筛所获软体动物、棘皮动物的栖息密度、生物量、种数的差异相对都小于环节动物多毛类及甲壳动物, 因此其差异主要是个体较细、较小的环节动物多毛类及甲壳动物引起的。

环节动物多毛类因其个体较细小, 而且容易断为片段, 不论是各站的栖息密度、生物量还是其平均栖息密度、平均生物量的比较都是 0.5 mm 筛样品高于 1.0 mm 筛样品, 只有种数相同。但两种筛所采到的种相差较大, 共采到 62 种, 共有种仅 28 种, 0.5 mm 筛和 1.0 mm 筛都独有 17 种。在共有的 28 种中, 个体相对较大、较粗和个体相对较小、较细的种各占 50%。而 0.5 mm 筛独有的 17 种中, 有 1/3 的种为个体较细小的种类, 1.0 mm 筛独有的 17 种中几乎无个体较小的种。从其栖息密度(因环节动物多毛类个体没单独称质量, 单种生物量无法比较) 来比较, 绝大多数也都是0.5 mm筛高于1.0 mm筛。特

表 1 各站栖息密度

Tab. 1 Density of macrobenthos of different stations in Jiaozhou Bay

站号	孔径(mm)	栖息密度 (个/m²)					
		多毛类动物	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其他类别	合计
A1	0.5	110	25	5	0	10	150
	1.0	50	10	0	0	5	65
A2	0.5	15	25	15	10	10	75
	1.0	30	20	15	0	0	65
A3	0.5	170	40	65	5	5	285
	1.0	30	10	30	0	10	80
A4	0.5	105	20	45	0	10	180
	1.0	50	0	40	0	0	90
A5	0.5	145	15	60	30	5	255
	1.0	220	20	65	30	10	345
B2	0.5	105	65	20	5	20	215
	1.0	45	45	35	10	0	135
B3	0.5	235	5	25	0	0	265
	1.0	385	10	30	10	10	445
B4	0.5	575	5	180	5	5	770
	1.0	200	10	10	0	10	230
B6	0.5	240	10	40	10	10	310
	1.0	555	10	20	20	5	610
C1	0.5	220	10	30	0	0	260
	1.0	145	0	25	5	5	180
C2	0.5	45	0	50	10	15	120
	1.0	25	10	5	5	0	45
C3	0.5	105	55	5	0	0	165
	1.0	90	35	10	5	0	140
C4	0.5	145	5	65	0	10	225
	1.0	100	10	45	0	5	160
D1	0.5	5	0	5	15	30	55
	1.0	105	0	5	20	40	170
D2	0.5	15	0	30	30	5	80
	1.0	50	5	40	20	0	115
D4	0.5	165	20	20	5	0	210
	1.0	65	55	50	0	5	175
D6	0.5	170	20	40	0	0	230
	1.0	100	15	5	0	0	120
D7	0.5	205	20	240	0	0	465
	1.0	130	0	65	0	0	195
D8	0.5	5	0	5	30	305	345
	1.0	5	5	15	45	30	100
Y1	0.5	335	15	100	15	5	470
	1.0	200	5	95	5	10	315
平均栖息密度	0.5	155.75	17.75	52.25	8.5	22.25	256.5
	1.0	129	13.75	30.25	8.75	7.25	189

表 2 各站生物量

Tab. 2 Biomass of macrobenthos of different stations in Jiaozhou Bay

站号	孔径(mm)	生物量 (g/m²)					
		多毛类动物	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其他类别	合计
A1	0.5	2.6	17.7	0.05	0	0.15	20.5
	1.0	1.5	8.7	0	0	0.4	10.6
A2	0.5	0.25	3.5	0.2	39	0.7	43.65
	1.0	0.1	1.35	0.35	0	0	1.8
A3	0.5	0.6	8.2	6.45	0.8	9.5	25.55
	1.0	0.2	0.95	4.95	0	2.2	8.3
A4	0.5	0.8	21.75	0.2	0	1.45	24.2
	1.0	0.2	0	0.7	0	0	0.9
A5	0.5	0.5	1.7	2.25	3.8	0.5	8.75
	1.0	7.25	9.85	2.4	6.6	0.7	26.8
B2	0.5	2.9	8.5	0.25	15.5	3.8	30.95
	1.0	0.3	6.5	0.45	6.6	0	13.85
B3	0.5	5.5	2.15	2.05	0	0	9.7
	1.0	12.1	24.05	0.85	0.2	2.45	39.65
B4	0.5	3	1.35	0.5	0.05	0.45	5.35
	1.0	1.15	0.25	0.1	0	0.15	1.65
B6	0.5	3.25	0.65	1.95	0.3	1.85	8
	1.0	2.25	0.1	4.3	73.5	0.1	80.25
C1	0.5	2.3	0.2	4.95	0	0	7.45
	1.0	3.9	0	0.45	0.25	0.5	5.1
C2	0.5	9.25	0	5.25	0.15	2.5	17.15
	1.0	0.45	8.1	0.05	0.45	0	9.05
C3	0.5	0.6	13.35	0.05	0	0	14
	1.0	5.65	3.4	0.15	29.25	0	38.45
C4	0.5	1.05	0.3	1.55	0	0.1	3
	1.0	1.4	0.2	0.3	0	0.05	1.95
D1	0.5	1.4	0	0.3	12.4	1.75	15.85
	1.0	0.15	0	0.25	1.75	1.3	3.45
D2	0.5	0.5	0	0.35	4.9	2.05	7.8
	1.0	1.45	14.5	5.95	0.35	0	22.25
D4	0.5	3.5	0.35	0.15	84	0	88
	1.0	0.35	16.75	7.8	0	0.1	25
D6	0.5	7	2.5	2	0	0	11.5
	1.0	2.2	0.8	0.05	0	0	3.05
D7	0.5	14.8	0.65	3.45	0	0	18.9
	1.0	0.5	0	5.2	0	0	5.7
D8	0.5	0.45	0	0.2	3.1	10.5	14.25
	1.0	2.1	5.3	1.1	3.3	0.55	12.35
Y1	0.5	2.25	3.75	7.4	2.95	0.6	16.95
	1.0	1.5	0.15	3.4	2.05	11.55	18.65
平均生物量	0.5	3.13	4.33	1.98	8.35	1.8	19.59
	1.0	2.24	5.05	1.94	6.22	1	16.45

表 3 各站种数

Tab. 3 Species' number of macrobenthos of different stations in Jiaozhou Bay

站号	孔径(mm)	种数 (种)					
		多毛类动物	软体动物	甲壳动物	棘皮动物	其他类别	合计
A1	0.5	7	5	1	0	1	14
	1.0	6	2	0	0	1	9
A2	0.5	3	4	2	1	2	12
	1.0	4	3	2	0	0	9
A3	0.5	10	4	5	1	1	21
	1.0	4	1	3	0	2	10
A4	0.5	5	5	4	0	2	16
	1.0	7	0	5	0	0	12
A5	0.5	6	3	5	1	1	16
	1.0	13	4	6	1	2	26
B2	0.5	10	4	4	1	2	21
	1.0	8	4	4	1	0	17
B3	0.5	15	2	4	0	0	21
	1.0	18	2	5	1	2	28
B4	0.5	17	2	7	1	1	28
	1.0	12	2	2	0	2	18
B6	0.5	7	1	5	1	2	16
	1.0	15	1	4	2	1	23
C1	0.5	12	2	2	0	0	16
	1.0	12	0	3	1	1	17
C2	0.5	5	0	6	1	2	14
	1.0	1	2	1	1	0	5
C3	0.5	7	3	1	0	0	11
	1.0	8	3	2	1	0	14
C4	0.5	10	1	6	0	2	19
	1.0	8	2	5	0	1	16
D1	0.5	1	0	1	2	1	5
	1.0	9	0	1	1	1	12
D2	0.5	2	0	3	2	1	8
	1.0	4	1	6	1	0	12
D4	0.5	12	4	3	1	0	20
	1.0	8	10	5	0	1	24
D6	0.5	12	3	5	0	0	20
	1.0	12	2	1	0	0	15
D7	0.5	17	4	15	0	0	36
	1.0	15	0	6	0	0	21
D8	0.5	1	0	1	2	2	6
	1.0	1	1	2	2	1	7
Y1	0.5	12	2	7	1	1	23
	1.0	10	1	7	1	2	21
各类别	0.5	45	22	39	8	10	124
总种数	1.0	45	20	29	5	9	108

表 4 各类别平均栖息密度、平均生物量及种数的比较

Tab. 4 Comparison of the average density, biomass and species' number of different macrobenthos in Jiaozhou Bay

动物类别	平均栖息密度 (个/m²)			平均生物量 (g/m²)			种数 (种)		
	0.5	1.0	差异	0.5	1.0	差异	0.5	1.0	差异
多毛类动物	155.75	129	26.75	3.13	2.24	0.89	45	45	-1
软体动物	17.75	13.75	4	4.33	5.05	-0.72	22	20	2
甲壳动物	52.25	30.25	22	1.98	1.94	0.04	39	29	10
棘皮动物	8.5	8.75	-0.25	8.35	6.22	2.13	8	5	3
其它类别	22.25	7.25	15	1.81	1.01	0.8	10	9	1
合计	256.5	189.00	67.5	19.6	16.46	3.14	124	108	16

注: 差异指使用 0.5 mm 孔径底层筛所获数值减去使用 1.0 mm 孔径底层筛所获数值(表 5 同)

表 5 甲壳动物主要类别的栖息密度、生物量、种数在不同孔径底层筛采集方法下的比较

Tab. 5 Comparison of density of macrobenthic, biomass and species´number of macrobenthic crustaceans using different apertures of sampling sieve in Jiaozhou Bay

动物类别	栖息密度 (个/m²)			生物量 (g/m²)			种数 (种)		
	0.5	1.0	差异	0.5	1.0	差异	0.5	1.0	差异
钩虾类	310	115	195	1.2	0.6	0.6	12	9	3
涟虫、等足类	380	185	195	4.9	5.35	-0.45	5	5	0
虾类	230	225	5	15.85	20.5	-6.45	10	8	2
蟹类	125	80	45	17.6	12.35	5.25	12	7	5
合计	1 045	605	440	39.55	38.8	0.75	39	29	10

别是共有种的 28 个种中, 个体相对较小种的栖息密度更是 0.5 mm 筛明显高于 1.0 mm 筛, 出现站数也明显多。例如, 拟特须虫(*Paralacydonia paradoxa*), 用 0.5 mm 筛和 1.0 mm 筛分别采到 485 个/m² (15 站)、165 个/m² (14 站); 寡鳃齿吻沙蚕(*Nephtys oligobranchia*)分别采到 160 个/m² (12 站)、45 个/m² (8 站); 中蚓虫(*Mediomastus californiensis*) 分别采到 110 个/m² (7 站)、85 个/m² (5 站); 丝异蚓虫(*Heteromastus filiformis*) 分别采到 85 个/m² (6 站)、65 个/m² (7 站); 乳突半突虫(*Anaitides papillosa*) 分别采到 55 个/m² (6 站)、20 个/m² (3 站); 寡节甘吻沙蚕(*Glycinde gurjanovae*) 分别采到 80 个/m² (7 站)、50 个/m² (8 站)。说明 0.5 mm 孔径底层筛在采集环节动物多毛类方面的效率明显高于 1.0 mm 孔径底层筛。其原因是在对泥样的冲洗过程中, 细小种的一些个体可能会直立顺筛孔漏掉, 造成栖息密度和生物量的损失。

甲壳动物个体大小相差较大, 虾类、蟹类其最小个体也不可能从 1.0 mm 底层筛漏出。从表 5 的结果看, 两个规格底层筛采集样品的主要差别是钩虾类、涟虫、等足类的栖息密度和钩虾类的生物量, 0.5 mm 孔径底层筛样品数据明显高于 1.0 mm 孔径底层筛样品。两种筛的钩虾类共有种为 7 种, 这 7 种当中, 绝大多数种的栖息密度、生物量、种数、出现站数也是 0.5 mm 筛高于 1.0 mm 筛, 例如, 博士双眼钩虾(*Ampelisca bocki*), 用 0.5 mm 筛和 1.0 mm 筛分别采到的栖息密度(出现站数)、生物量(出现站数)为 65 个/m² (5 站)、0.25 g/m² (5 站) 和 10 个/m² (2 站)、0.1 g/m² (2 站); 轮双眼钩虾(*Ampelisca cyclops*) 分别采到 40 个/m² (3 站)、0.15 g/m² (3 站) 和 5 个/m² (1 站)、0.05 g/m² (1 站); 中型双眼钩虾(*Ampelisca miops*) 分别采到 75 个/m² (2 站)、0.15 g/m² (2 站) 和 25 个/m² (1 站)、0.05 g/m² (1 站); 头角泥钩虾(*Eriopisella propagatio*) 分别采到 75 个/m² (4 站)、0.2 g/m² (4 站) 和 20 个/m² (2 站)、0.1 g/m² (2 站)。0.5 mm 筛取样的质量明显高于 1.0 mm 筛。

成对数据平均数比较的假设检验也说明了两种孔径底层筛取样的差别。由于 $df = 20 - 1 = 19$, 查表得 $t_{0.05} = 2.093$。栖息密度、生物量和种数的 t 值均小于 $t_{0.05}$, 说明所做假设为非小概率事件, 两种取样方法所获大型底栖动物有差异但差异不显著。t 值

计算时, 采用 0.5 mm 孔径底层筛取样结果减去 1.0 mm孔径底层筛取样结果, 所得 t 值均为正值, 说明 0.5 mm 孔径底层筛取样方法所获动物的数据高于 1.0 mm 孔径底层筛。t 值还说明, 两种取样方法对栖息密度的影响最大, 对种数和生物量的影响较小。

4 小结

根据 2003 年 11 月利用两种孔径底层筛对胶州湾内 20 个观测取样站大型底栖动物定量取样采集的结果, 初步得出以下结论: (1) 0.5 mm 孔径底层筛样品的总平均栖息密度、总平均生物量、总种数分别是 1.0 mm 底层筛样品的 1.36, 1.19, 1.15 倍; (2) 两种筛对大型底栖动物的栖息密度影响最明显, 对生物量、种数影响较小; (3) 软体动物、棘皮动物个体较大, 两种筛的结果差异不大, 而环节动物多毛类、甲壳动物类群中的钩虾类个体较细小, 两种筛的结果差异明显; (4) 用 0.5 mm 孔径底层筛的取样质量明显好于用 1.0 mm 孔径底层筛。

由于作者仅根据 2003 年秋季对胶州湾 20 个站取样数据进行分析, 且取样的工作量很大, 做全年的取样分析难度较高, 所以只能获得初步结果。但今后可以在对胶州湾生态站所设的主要观测站上做跟踪取样, 以验证本文结论。

致谢: 本研究受到孙松研究员、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; 标本由孙道元、任先秋、廖玉麟、徐凤山研究员做种类鉴定; 课题组其他人员参加了部分取样工作, 中国科学院海洋生物标本馆管理人员在取样、样品分析方面给予积极支持和协助, 在此一并致谢。

参考文献:

[1] 李春喜, 王文林, 陈士林, 等. 生物统计学[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 264.

Comparison of sampling results of macrobenthos using different apertures of sampling sieve in Jiaozhou Bay

LI Xin-zheng, WANG Hong-fa, WANG Jin-bao, ZHANG Bao-lin, LI Bao-quan

(Institute of Oceanology, the Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China)

Received: Jun., 30, 2005

Key words: macrobenthos; sampling sieves; Jiaozhou Bay

Abstract: Based on the macrobenthic samples collected in November, 2003 from 20 sampling stations in Jiaozhou Bay, Shandong, with 0.5 and 1.0 mm aperture sampling sieves respectively, the sampling data were compared and analyzed. The results show that the total mean abundance, total mean biomass and total number of species collected by the 0.5 mm aperture sampling sieve are 1.36, 1.19 and 1.15 times as those by the 1.0 mm aperture sampling sieve respectively. The influence made by the two kinds of sampling methods on the abundance of macrobenthos is distinct, The influence on the biomass and number of species is not noticeable. Because the body sizes of polychaetes and gammaridean crustaceans are small, the differences of abundance and biomass of these groups measured by the two sampling methods are distinct, there are not significant differences of other macrobenthic groups collected by the two methods. The 0.5 mm aperture sampling sieve is better than 1.0 mm aperture sampling soieve in macrobenthic collection.

(本文编辑: 刘珊珊)