

琼州海峡及雷州半岛沿岸浮标的污损生物*

黄宗国 蔡如星 江锦祥 蔡尔西 吴启泉
(国家海洋局第三海洋研究所)

海洋污损(附着)生物是港湾、港口、海洋经济开发区和军事设施区的有害环境因素之一,因而受到军事和交通部门的重视^[5,8,9,10,11]。船舶、航标污损生物调查及挂板试验是研究污损生物的两种主要手段。航标是海洋附着生物的一种特定栖所,调查航标污损生物,不但对于海洋生物的种群或群落生态研究有意义,而且在经济上也是有价值的。

1967—1969年,我们对设在琼州海峡(包括海南岛北岸)和雷州半岛沿岸(包括广州湾及湛江港内)的41个浮标进行了48次系统调查。在浮筒的水线、体侧、底部、尾外侧和管内、沉块和锚链等7个位置(图2)进行173次定量取样(取样面积 20×25 cm),同时分别计量生物的覆盖面积、厚度、密度和湿重,共得2568号标本。这些浮标在海上放置的时间大体分为三种:琼州海峡和雷州半岛东部沿岸等近外海的浮标,放置时间一般为期一年,个别为9个月,但都经过夏秋两季;湛江港等内湾的浮标,一般为期二年;流沙湾的系船水鼓则长达三年。

本文报道调查的结果。

一、群落的分布特点

根据主要污损生物的种类、数量和浮标放置位置,将所调查的41个浮标污损生物群落分为10个组,大致属于外海、近外海和内湾三大生态类型。表1列出了这10个组所包括的浮标以及污损生物的数量[覆盖面积、厚度和生物量(湿重)],也统计了主要种或类群在总生物量(湿重)中的百分比。图1示出41个浮标的概位以及各个浮标污损生物的平均厚度、生物量(相对湿重)及其百分组成。

1. 外海浮标污损生物

包括琼州海峡1—5号标,这里水域开阔,流急浪大,最大落潮流速近6节,经常有1米以上的波高,盐度高(34‰左右)、透明度大(8—18米)。群落的主要特点是:污损生物的湿重、厚度和覆盖面积都很大(表1),钟巨藤壶(*Megabalanus tintinnabulum tintinnabulum*)占压倒优势。这种藤壶几乎覆盖了浮标表面100%,密度1042个/米²,生物量(湿重)高达25.1 kg/m²。群落中还发现60多种其他生物,也有多种外海漂浮性的污损生物——有柄蔓足类(*Lepas anserifera*, *Conchoderma auritum* 和 *Alepes pacifica*)。下文描述的3号标即是这组的代表。

* 李滋德、陈其焕和郭庆雄同志参加过调查工作;中国科学院海洋研究所李锦和以及刘瑞玉、任先秋同志分别鉴定标本及审阅文稿。

本刊编辑部收到稿件日期:1980年12月30日。

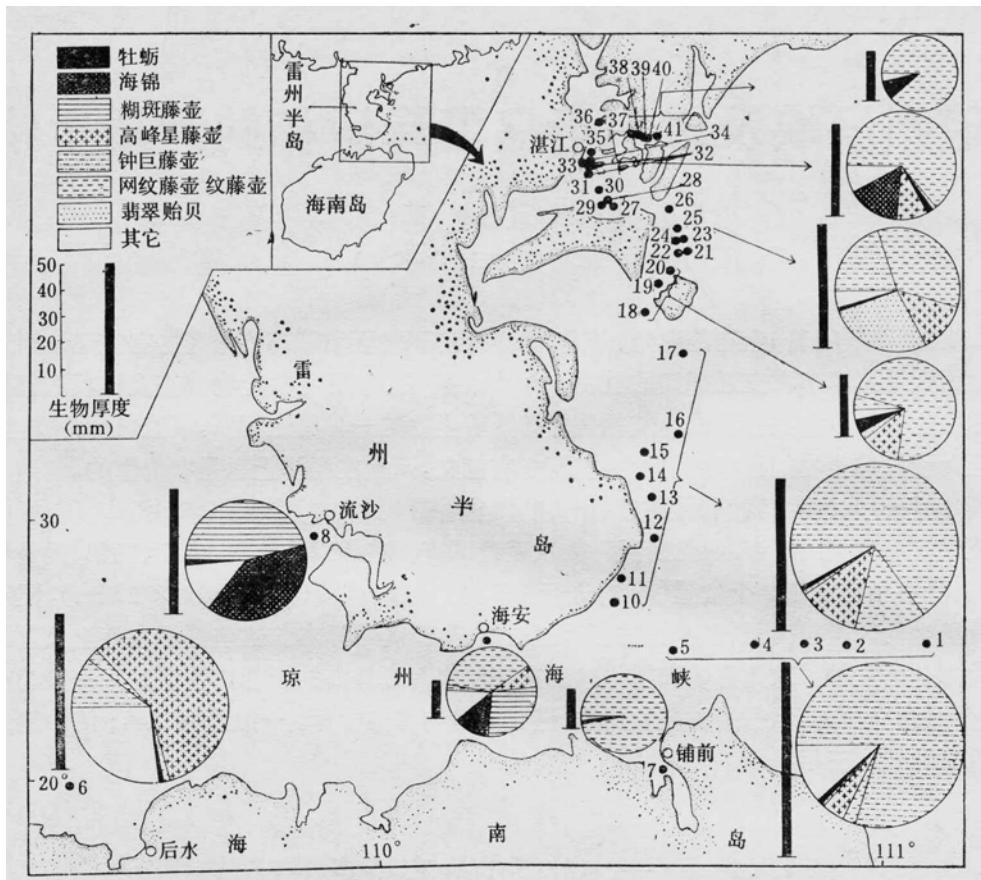


图1 琼州海峡及雷州半岛沿岸浮标污损生物分布示意

[圆的面积表示各组浮标侧面、底部、尾外侧三个位置污损生物平均生物量(湿重)的相对大小]

2. 内湾浮标污损生物

包括不同港湾水域的六个组 21 个浮标。这些水域的流、浪比外海小。污损生物群落的特点是：污损生物的湿重、厚度一般都较小，没有或者有很少钟巨藤壶，优势种基本上是网纹藤壶 (*Balanus reticulatus*)，但也有例外(表 1，图 1)。

在六个组中也各有一些差异，尤以 8 号标最特殊。8 号标是北部湾内的系船水鼓，放置了三年，呈倾斜状态。向阳面的水线带有 10 厘米高的浒苔层，往下 40 厘米着生了大量的褐藻和红藻 (*Sargassum thunbergii*, *S. fusiforme*, *Grateloupia filicina*)。背阳面的水线以上 30 厘米还有大量的白脊藤壶 (*Balanus albicostatus*)。整个水鼓底部完全被五颜六色的几种海绵 (*Reniera tubulosa*, *R. crassiloba*, *Tedania ignis*, *Gellius toxis*, *Mycale adharens*, *Tethya aurantium*) 覆盖。在海绵中还有粒壳绵藤壶 (*Acasta zuiho*)，海绵的表面有菊海鞘和管钩虾等。

3. 近外海浮标污损生物

包括三个组 15 个浮标，这些浮标既在近岸、又濒外海。污损生物的共同特点是数量大(接近或者稍少于外海)，种类组成兼有外海和内湾的特点，形成了外海和内湾性混合群落(表 1，图 1)。优势种除钟巨藤壶外，尚有纹藤壶 (*B. amphitrite amphitrite*)、网纹藤

表 1 琼州海峡及雷州半岛沿岸浮标污损生物的性质及数量*

类 型		外海	近 外 海			内 湾					
组 别		一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
浮 标 号		1—5	6	10—17	21—26	7	8	9	18—20	27—36	37—41
覆盖面积 \bar{x} (%)		98.0	95.0	91.8	98.1	85.0	100	100	97.8	98.8	97.7
厚 度 \bar{x} (mm)		76.3	50.0	57.9	47.2	15.0	48.0	14.5	24.0	35.1	18.9
湿 重 \bar{x} (kg/m ²)		30.2	28.5	31.7	17.2	7.9	17.1	8.8	11.5	13.3	5.8
生 物 量 (湿 重) 百 分 组 成 (%)	钟巨藤壶	83.2	10.5	65.4	20.0			2.9	5.0		
	两种纹藤壶	2.7	2.3	13.3	34.5	97.1		36.8	73.0	63.5	88.7
	高峰星藤壶	5.3	83.1	12.1	12.7			8.7	12.1	9.2	
	糊斑藤壶	<0.1	0.1	<0.1			46.3	25.5	0.1		0.1
	其他藤壶	2.3	1.0	0.7	0.5		0.9	3.2	0.3		<0.1
	翡翠贻贝	0.2	1.2	0.5	27.1			1.7	2.0	0.2	<0.1
	牡 蛎	1.2	0.7	0.8	1.2	2.1	0.2	12.4	5.0	2.2	7.9
	其他双壳类	1.0	1.0	0.3	0.3				1.0	0.4	<0.1
	海 绵	<0.1		<0.1			43.2				16.7
	水 媳	0.3		0.4	0.1				0.1	0.2	2.0
	海 葵	<0.1	0.2	0.3	1.8	0.1	0.1	1.4	0.2	<0.1	
	苔 藓 虫	0.2		0.5	<0.1	<0.1	0.6	2.0	0.5	0.8	0.4
	管栖多毛类	<0.1		0.1	<0.1		<0.1	0.2	0.1	<0.1	
	管 钩 虾	1.5		0.6	<0.1		3.0	0.3	0.3		
	海 鞘	<0.1	0.1				0.1	1.6	4.5	0.3	0.7
其 他	2.1	<0.1	5.0	1.8	0.6	4.1	0.3	<0.1	6.1	0.9	

* 数量是每组浮标的侧面、底部及尾外侧的平均值。

壶、高峰星藤壶 (*Chirona amaryllis*) 和翡翠贻贝 (*Perna viridis*) 等。

三组浮标的污损生物也有一些差别。后水湾 6 号标上高峰星藤壶特别多。雷州半岛东面的 10—17 号浮标的污损生物群落较接近外海群落,而且生物量(湿重)稍大于外海群落者,在航标底部,大牡丹花状的苔藓虫, *Acant odesia grandicella*, *Steganoporella magnilabris* 也经常可见。位于广州湾湛江港口外的 21 至 26 号浮标,最显著的特点是有极大量的翡翠贻贝附着。这种贻贝自湛江港外至港口逐渐增多,例如它在 21 号浮标的密度是 8.3 个/米²,而在 26 号浮标则多达 774 个/米²,完全覆盖了整个浮标的底部。钟巨藤壶在这几个浮标上的分布正与翡翠贻贝相反,它在 21 号浮标的密度高达 246 个/米²,在 26 号浮标仅 10 个/米²。

二、浮标系统不同部位的污损生物

浮标系统水下部分的浮筒、锚链和沉块三部件的污损生物的差别很大。即使浮筒本身的水线、体侧、底部、尾外侧及尾管内的污损生物也不一样(图 2)。举例如下。

琼州海峡 3 号标,位于海峡东口外海水域,放置时间仅 9 个月(1968.9—1969.6)。整个浮筒水下的表面积 20.7 米²,污损生物 50 多种,生物量(湿重)高达 862.1 kg。各部位污损情况如下(见表 2,图 2)。

水线 水面下 20—30 厘米处几乎完全被浒苔 (*Enteromorpha* spp.) 和水云 (*Ectoca-*

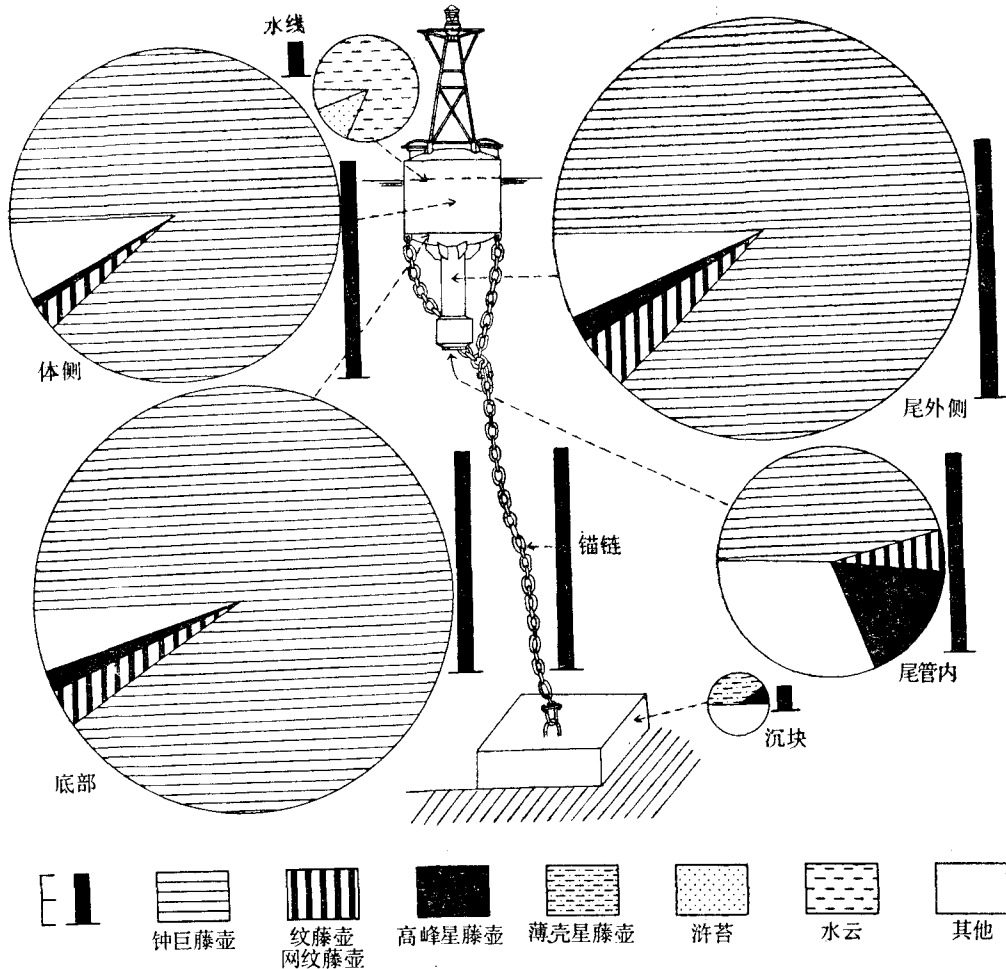


图2 琼州海峡3号浮标污损生物的数量(1968.9—1969.6)
(圆的面积表示污损生物的相应湿重,方柱表示厚度)

rpus spp.) 等藻类覆盖,形成明显的藻类层。此外,还有笠藤壶 *Tetraclita squamosa squamosa*, *T. coerulea*、刺巨藤壶 (*M. volcano*) 等东南沿海外海潮间带的种类及一些管钩虾。总生物量(湿重) 3.4 kg/m^2 , 其中水云占 81.7%。由于海水透明度大,除水线附近附着大量藻类外,在离水面 3.7 米的浮标尾部还有藻类生长。

侧面、底部和尾外侧 三个部位的污损生物大同小异,都以钟巨藤壶占绝对优势(占总生物量的 87—91%),而且其覆盖面积、厚度都很大。自体侧至尾外侧,总生物量(湿重)逐渐增加,这是由于钟巨藤壶逐渐增多的缘故。

尾管内 浮标的尾管长达 2.5 米,管内水交换好,受流、浪和光照的影响不大。整个管内壁都有生物附着,管口量多,管内较少。种类组成和数量与管外有很大差别。发现 15 种生物,总生物量还不到管外侧的 $\frac{1}{3}$ 。管口内壁虽然也有种巨藤壶,但数量不如外壁多,管内壁附着较多的高峰星藤壶、密鳞牡蛎 (*Ostrea denselamellosa*) 等。

表 2 琼州海峡 3 号标污损生物的数量 (1968.9—1969.6)

部 位		水 线	体 侧	底 部	尾 侧	尾管内	沉 块	锚 链
种 数		5	12	10	18	17	6	
覆盖面积(%)		100	100	100	100	85	75	100
厚度 (mm)		15	95	95	105	80	10	90
生物量 (湿重) (kg/m ²)	合 计		36.7	57.0	59.6	17.4	1.0	水面下 40 米 覆盖高 峰星藤 壶
	钟巨藤壶		32.7	51.8	52.0	7.8		
	两种纹藤壶		2.3	1.7	2.6	1.0		
	红巨藤壶		0.8	0.4	0.6	0.3		
	高峰星藤壶		0.1	1.0	1.6	3.0	0.1	
	薄壳星藤壶						0.4	
	牡 蛎		0.1	0.4	<0.1	3.1	0.3	
	龙 介 虫 其 他		0.7	1.7	2.8	2.2	<0.1	

表 3 湛江港内 36 号标(湛江 18 号)污损生物的数量 (1967.6—1969.6)

部 位		水 线	体 侧	底 部	尾管内	沉 块
种 数		7	9	8	9	11
覆盖面积(%)		98	100	100	100	100
厚度 (mm)		12	50	105	45	70
生物量(湿重) (kg/m ²)	合 计	13.2	17.5	16.4	6.1	4.8
	网纹藤壶	4.0	7.1	6.4	3.3	
	牡 蛎	7.6	1.1		<0.1	
	纓 鳃 虫					2.4
	石 花 虫				0.8	1.0
	海 绵	0.5	9.1	9.1	1.8	
	其 他	1.1	0.2	0.9	0.2	1.4

注：尾侧的生物与底部类同。

表 4 湛江港口 25 号标(湛江 5 号)污损生物的数量 (1968.5—1969.6)

部 位		水 线	体 侧	底 部	尾 侧	尾管内	沉 块	锚 链
种 数		4	9	6	7	14	8	近表层附 着网纹藤 壶，近底 层附着大 海葵
覆盖面积(%)		100	100	100	100	100	100	
厚度 (mm)		8	25	70	70	75	45	
生物量(湿重) (kg/m ²)	合 计	1.5	21.4	34.9	14.8	27.8	14.4	
	翡 翠 贻 贝		8.7	31.3	7.8	14.2		
	两种纹藤壶	0.5	10.1	3.1	6.3	4.3		
	高峰星藤壶		0.3			0.4	7.0	
	钟巨藤壶		1.8					
	牡 蛎		0.1		0.1	0.7	0.4	
	海 葵			0.2		0.3	4.5	
	水 云 其 他	0.9 0.1	0.4 0.3	0.3	0.6	7.9	2.5	

锚链 浮标所在海域水深 40 米, 用直径 38 mm 的锚链。在水面以下 40 米, 都有高峰星藤壶等大量附着, 其外壳还有极多的蚌 (*Caprella equilibra*) 等活动性的种类。40 米以下的锚链经常搁置在泥砂海底, 生物贫乏。

沉块 长、宽各一米多的水泥沉块上, 生物的种类与浮筒上的种类明显不同, 数量也少得多 (表 2)。主要种类是牡蛎 (*Ostrea imbricata*, *O. spp.*) 和龙介虫类 (*Hydroides albiceps*, *H. dirampha*, *Pomatoleios kraussii*, *Serpula vermicularis*)。还有少量的石花虫 (*Telesto sp.*)、片状苔藓虫和薄壳星藤壶及高峰星藤壶等。

以上描述的 3 号浮标, 是外海的代表。近外海及内湾浮标系统污损生物的分布特点与外海有些类似, 但具体的种类组成及数量则有些差别。表 3 及表 4 分别表明了这两种类型浮标污损生物的数量。

三、主要种类的出现频率及分布

这次调查共发现 148 种污损生物。出现频率高、数量大的种类不多。这点表明, 调查海域污损生物的种类繁多, 但优势种突出。表 5 列举了 16 种(属)主要污损生物在十个组不同生态类型的浮标上的出现频率, 以及在 173 次定量取样中的出现频率。网纹藤壶和纹藤壶、牡蛎、高峰星藤壶、翡翠贻贝和钟巨藤壶的出现频率都在 34% 以上, 是调查海域

表 5 主要污损生物的出现频率 (%)

种 名	浮 标 组										173 次 取样
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	
<i>Ectocarpus spp.</i> 水云	19.0	33.3	22.0	25.7	20.0	66.7	33.3	11.1	10.3		19.1
<i>Enteromorpha spp.</i> 浒苔	9.5	16.7	19.5	14.3	20.0	66.7	66.7	11.1			13.3
<i>Pennaria sp.</i> 笔笔	14.3	16.7	31.7	8.6	60.0	33.3		11.1	6.9		16.8
<i>Lytocarpus wuttingi</i> 羽笔	19.0	16.7	17.1	14.3		33.3		5.6	6.9		12.1
<i>Perna viridis</i> 翡翠贻贝	4.8	16.7	26.8	82.9		33.3	66.7	66.7	17.2	14.3	36.4
<i>Ostrea spp.</i> 牡蛎	38.1	100	63.4	80.0	20.0	66.7	66.7	61.1	58.6	85.7	64.7
<i>Musculus spp.</i> 肌蛤	23.8	83.3	12.2	2.9		33.7		45.5	3.5		12.7
<i>Modiolus barbatus</i> 毛偏顶蛤	52.3	50.0	24.4	8.6				36.4			17.9
<i>Pinctada martensi</i> 合浦珠母贝	4.8	50.0	17.1	25.7				33.3	13.8		17.3
<i>Pteria penguin</i> 美丽珍珠贝	47.6	16.7	4.9	11.4					6.9		11.0
<i>Megabalanus rosa</i> 红巨藤壶	42.9		17.1	20.0		33.3	33.3	5.6			14.5
<i>M. t. tintinnabulum</i> 钟巨藤壶	61.9	33.3	56.1	48.6			33.3	16.7			34.1
<i>Balanus reticulatus</i> 网纹藤壶	61.9	50.0	65.9	91.4	100		66.7	88.9	75.9	92.9	76.9
<i>B. amphitrite amphitrite</i> 纹藤壶											
<i>Chirona amaryllis</i> 高峰星藤壶	81.0	50.0	56.1	74.3		33.3	66.7	66.7	48.3		56.1
<i>C. tenuis</i> 薄壳星藤壶	14.3		31.7			33.3		5.6			10.4

浮标污损生物的优势种。

钟巨藤壶在外海水域的数量极大, 但却不分布到湛江港内。翡翠贻贝大量分布在广州湾湛江港口外, 它虽然也出现在整个调查海域的内湾和外海, 但数量很少。网纹藤壶和纹藤壶在整个调查海域都有, 前者是内湾和近岸的优势种, 后者以外海居多。高峰星藤壶在外海、内湾以及浮标的水线至沉块上都有分布, 但以尾管内、锚链和沉块上最多。

四、讨论和结语

本海域41个浮标的污损生物群落可分为十个组, 归之于外海、近岸和近外海(混合)三种生态类型。这些浮标受生物的污损都很严重, 总生物量(湿重)的最高记录达 59.6kg/m²。生物种类繁多(共 148 种), 优势种仅钟巨藤壶、网纹藤壶和纹藤壶、翡翠贻贝、高峰星藤壶和牡蛎等少数几种。

调查海域, 特别是琼州海峡的浮标污损生物的生物量(湿重)之大在国内外是少见的^[11,13]。这是由于大个体的钟巨藤壶大量附着和迅速生长的结果。这种藤壶在我国长江口外、舟山外海及其以南海域都有分布^[7,8], 但在浮标上密度和个体都不及琼州海峡大, 在清澜港和榆林港也仅分布在港口外的浮标上。我国河口低盐水域的浮标上大量附着的泥藤壶 (*Balanus uliginosus*)^[4,7], 大量附着于香港水域^[12]、日本长崎、佐世保湾^[8]和苏伊士运河^[10]等地航标上的美丽盘管虫 (*Hydroides elegans*) 在这次调查中很少或者没有发现。温带或寒温带海域航标上的主要污损生物, 如紫贻贝 (*Mytilus edulis*)、致密藤壶 (*Balanus improvisus*) 和糖海带 (*Laminaria saccharina*) 等, 在这次调查中更未出现。

参 考 文 献

- [1] 任先秋、刘瑞玉, 1978。中国近海的蔓足类 I. 藤壶属。海洋科学集刊 13: 119—196。
- [2] ——, 1979。中国近海的蔓足类 II. 笠藤壶科。海洋与湖沼 10(4): 338—353。
- [3] 李洁民、黄修明等, 1964。中国几个主要海港附着生物生态的研究。海洋与湖沼 6(4): 371—408。
- [4] 张良兴、黄宗国等, 1981。吕泗洋附着生物与钻孔生物生态研究。海洋学报 3(1): 139—148。
- [5] 黄宗国、蔡如星, 1962。厦门海区海上交通设备的附着生物。厦门大学学报 9(3): 164—175。
- [6] ——, 1962。榆林港的附着生物及其与厦门港的比较。厦门大学学报 9(3): 176—188。
- [7] 黄宗国、李传燕等, 1979。舟山海区的附着生物与钻孔生物。海洋学报 1(2): 299—310。
- [8] 梶原 武, 1964。海产污损附着生物の生态的研究。长崎大学水产学部研究报告 16: 1—138。
- [9] DePalma, J. R., 1968. A study of deep-ocean fouling. 2nd international congress on marine corrosion and fouling, pp. 595—600.
- [10] Ghobashy, A. F. A. et al, 1980. Fouling in the Suez Canal. Proceeding of the 5th international congress on marine corrosion and fouling, pp. 73—92.
- [11] Greene, G. W. and B. Morton, 1976. Preliminary fouling and corrosion studies of painted metals in Hong Kong harbour. Proceeding of the 4th international congress on marine corrosion and fouling, pp. 225—236.
- [12] Huang, Z. G. and P. M. S. Mak, 1980. Studies on the biofouling in Hong Kong waters. I. the biofouling in Tolo Harbour regions. The Proc. first inter. workshop on the marine flora and fauna of Hong Kong and Southern China.
- [13] Woods Hole Oceanographic Institute, 1952. Marine fouling and its prevention. U. S. Naval Institute, p. 388.

BIOFOULING ON THE BUOYS OFF THE QIONGZHOU CHANNEL AND LEIZHOU PENINSULA COAST, SOUTH CHINA SEA

Huang Zongguo Cai Ruxing Jiang Jinxiang Cai Erxi and Wu Qiquan

(Third Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

ABSTRACT

The navigation buoys moored at depths of 2 to 52 meters off the Qiongzhou Channel and Leizhou Peninsula coastal waters, Guangdong province, for 9 to 36 months were examined for biofouling (including species, percent coverage of surface, thickness, and wet weight) in 1967—1969. The results indicated that biofouling of buoys in these waters were generally more severe than those in the East China Sea. There are evident differences on the biofouling of buoys situated in various environments.

According to the distribution of dominant species, the fouling communities on 41 buoys may be divided into three types: the open sea community, its main ecological characteristics are the large number of species, the marked dominant species, and the very high biomass, e.g. No. 3 buoy has in 9 months 20.7 m² underwater surface and a wet weight of fouling organisms 862.1 kg, only one dominant species (*Megabalanus tintinnabulum tintinnabulum*); the off shore mixed fouling community with relatively high biomass, e.g. No. 25 buoy has in 12 months 20.7 m² underwater surface and the wet weight of fouling organisms 498.5 kg, four major species (*Balanus amphitrite amphitrite*, *B. reticulatus*, *Chirona amaryllis*, and *Perna viridis*); the inner bay community, the number of species and the abundance are less than that of the first and second types, e.g. No. 36 buoy has a 9.9 m² underwater surface and a wet weight of fouling organisms 149.5 kg in 24 months, only one dominant species (*B. reticulatus*), but no *M. t. tintinnabulum*.