

旅顺港附着生物生态的研究

李传燕 黄宗国 张良兴 郑成兴 李福荣

(国家海洋局第三海洋研究所)

周凝琪 孙林臣 栾日孝

(大连自然博物馆)

海洋附着生物也称污损生物,是生长在船底和水中设施上动植物和微生物的总称。1979年9月至1980年8月在旅顺港进行系统挂板试验,着重研究附着生物的种类、数量和附着季节。

旅顺港位于辽东半岛南端(38°48'N, 121°15'E),地处黄渤海要冲,与庙岛列岛和登州头共扼渤海咽喉。港内水质清澈、畅通,盐度较高,透明度较大。月平均最高水温8月(20.9℃),最低2月(1.8℃);月平均海水盐度都在30.1—31.7‰之间。

在港西浮码头悬挂试验板,分表、底两层。表层板悬浮在水面,模拟船只水线带受藻类污损的情况;底层板悬挂在水面下2米,模拟船只底部受污损情况。底层板分月、季和年板三组,月板用以研究生物的附着季节,季板用以研究群落的形成和演替过程。各组板均分别采用杉木板及环氧酚醛玻璃布层压板两种各二块,结果中的数据是四块板的平均值。

一、结 果

1. 种类和附着季节 一周年中回收试板98块,获得613号标本,经鉴定动物64种,藻类5种。表1呈示了种名录及其出现频率。图1是主要种类的附着季节及全年月平均水温及盐度的变化。

结果表明,海鞘(主要是柄海鞘)和苔藓虫类(如加洲草苔虫、阔口稳槽苔虫等)及紫贻贝最引人注目,龙介虫类也较多。藤壶虽然也有两种,但在群落中的重要性远远不如中国沿海其他港口。主要种类的附着季节是6月至10月(月平均水温12.5—20.9℃),8月和9月是附着盛期,冬季低温月份几乎没有生物附着。

海鞘:是旅顺港附着生物中最主要的类群之一,共7种,柄海鞘、皮海鞘和史氏菊海鞘是最主要的种类。柄海鞘在夏季及年度的试板上成为群落的优势种,密度达2800个/米²,湿重21.35kg/m²。但是在新放下的试板上很少发现。大连、青岛和连云港等港口(李洁民等,1964)也有类似特点。

苔藓虫:共15种,主要是加洲草苔虫、阔口稳槽苔虫、西方三胞苔虫和独角裂孔苔虫等15种。这些种类有许多是广分布种,是整个中国沿海和世界沿海的主要附着生物。表2表明两个种类的湿重及覆盖面积。

2. 数量 全年各月底层板平均湿重104.8克/平方米,各月累计1257.6克/平方米。累计数高于秦皇岛港,而低于塘沽新港、大连港、青岛港和连云港。各大类在底层月板上总湿重

表 1

旅顺港附着生物种类及其出现频率 (%)

	频 率		频 率
ALGAE		<i>Syllis fasciata</i> 扁裂虫	17
<i>Enteromorpha intestinalis</i> 肠浒苔	29	<i>Nereis japonica</i> 日本沙蚕	1
<i>E. tubulosa</i> 管浒苔	16	<i>N. vexillosa</i> 旗须沙蚕	1
<i>E. prolifera</i> 浒苔	16	<i>Nereis</i> sp. 沙蚕	4
<i>E. compressa</i> 扁浒苔	8	<i>Asychis</i> sp. 竹节蚕	1
<i>Cladophora</i> sp. 刚毛藻	16	<i>Thelepus cincinnatus</i> 乳蚕虫	21
PORIFERA		<i>T. setosus</i> 多毛乳蚕虫	5
<i>Sycon</i> sp. 指海绵	6	<i>Branchiomme</i> sp. (缨鳃虫科)	6
<i>Spongia</i> 海绵	6	<i>Manyunkia</i> sp. (缨鳃虫科)	2
COELENTERATA		<i>Serpula vermicularis</i> 龙介虫	17
<i>Bougainvillia</i> sp. 鲍枝螅	17	<i>Hydroides ezoensis</i> 内刺盘管虫	10
<i>Tubularia</i> sp. 筒螅	34	<i>H. elegans</i> 美丽盘管虫	44
<i>Obelia gracilis</i> 纤细藪枝螅	31	<i>H. uncinata</i> 钩盘管虫	6
<i>Clytia edwardsi</i> 艾氏美螅	17	<i>Hydroides</i> sp. 盘管虫	3
<i>Campanularia</i> sp. 钟螅	1	<i>Spirorbis foraminosus</i> 螺旋虫	25
<i>Actiniaria</i> 小海葵	2	MOLLUSCA	
ECTOPROCTA		<i>Pleurobranchaea novaezealandiae</i> 兰侧鳃海牛	1
<i>Acanthodesia bifloris</i> 二花刺膜苔虫	1	<i>Mytilus edulis</i> 紫贻贝	26
<i>Electra angulata</i> 角琥珀苔虫	6	<i>Musculus senhousei</i> 凸壳肌蛤	1
<i>E. anomal</i> 异形琥珀苔虫	1	<i>Hiatella orientalis</i> 东方钻岩蛤	9
<i>Bugula californica</i> 加州草苔虫	25	<i>Tellina</i> sp. 樱蛤	1
<i>Scrupocellaria scruposa</i> 中盖粗胞苔虫	10	ARTHROPODA	
<i>S. diadema</i> 异盖粗胞苔虫	2	<i>Balanus improvisus</i> 致密藤壶	35
<i>S. diegensis</i> 粗胞苔虫	3	<i>B. amphitrite amphitrite</i> 纹藤壶	25
<i>Scrupocellaria</i> sp. 粗胞苔虫	1	<i>Cymodoce japonica</i> 三齿水虱	1
<i>Tricellaria occidentalis</i> 西方三胞苔虫	12	<i>Parnathura japonica</i> 日本三突水虱	17
<i>Schizoporella unicornis</i> 独角裂孔苔虫	12	Amphipoda 端足类	22
<i>Phlactella collares</i> 襟卫苔虫	6	<i>Corophium</i> sp. 糠蚱	41
<i>Cryptosula pallasiana</i> 阔口隐槽苔虫	44	<i>Caprella equilibra</i> 长鳃O	1
<i>Dakaria suboidea</i> 拟卵血苔虫	6	<i>Pugettia quadridens</i> 四齿矶蟹	12
<i>Cellepora costazii</i> 瘤胞孔苔虫	5	<i>Lecythorhynchus hislgendorfi</i> 希氏瓶吻海蜘蛛	13
<i>Bowerbankia imbricata</i> 葡萄苔虫	1	ASCIDIA	
PALATYHELMINTHES		<i>Styela clava</i> 柄海鞘	18
<i>Pseudoceros exoptatus</i> 薄涡虫	9	<i>Ciona instinalis</i> 玻璃海鞘	17
Nemertinea		<i>Molgula</i> sp. 皮海鞘	28
<i>Nemertopsis gracilis</i> 细纽虫	5	<i>Botryllus schlosseri</i> 史氏菊海鞘	26
Nemertina (1) 白纽虫	2	<i>Botryllus</i> sp. 菊海鞘	1
Nemertini (2) 缘纽虫	3	Synascida (1) 复海鞘	16
POLYCHAETA		Synascida (2) 复海鞘	8
<i>Harmothoe imbricata</i> 复瓦哈鳞虫	24		

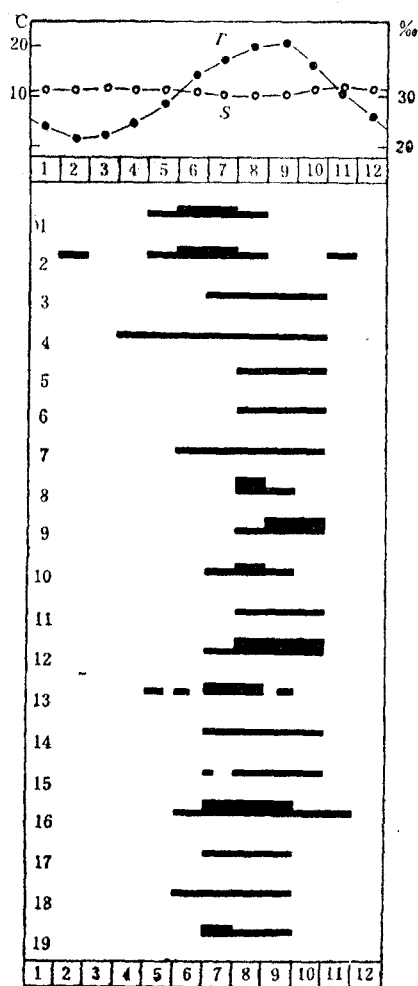


图 1 旅顺港主要附着生物的附着季节 (1979.9—1980.8)

1. *Enteromorpha* spp. 浒苔
2. *Tubularia* sp. 筒媳
3. *Obelia gracilis* 纤细蕨枝螳
4. *Clytia edwardsi* 艾氏美螳
5. *Bugula californica* 加州草苔虫
6. *Scrupocellaria scruposa* 中盖粗胞苔虫
7. *Cryptosula pallasiana* 阔口隐槽苔虫
8. *Thelaps cincinnatus* 乳螳虫
9. *Serpula vermicularis* 龙介虫
10. *Hydroides esoenis* 内刺盘管虫
11. *H. elegans* 美丽盘管虫
12. *Spirorbis foraminosus* 螺旋虫
13. *Mytilus edulis* 紫贻贝
14. *Balanus improvisus* 致密藤壶
15. *B. amphitrite amphitrite* 纹藤壶
16. *Corophium* sp. 螺腐蜚
17. *Styela clava* 柄海鞘
18. *Molgula manhattensis* 皮海鞘
19. *Botryllus schlosseri* 史氏菊海鞘

表 2 两种苔藓虫的湿重克/平方米及覆盖面积 (%)

		6	7	8	9	10	夏 (6—8)	秋 (9—11)	一年 (9—8)
阔口隐槽苔虫	覆盖面积	0.2	1.2	1.3	0.4	0.5	2.2	1.3	4.0
	湿 重	2.3	8.7	6.5	1.0	1.0	11.1	9.1	41.1
加州草苔虫	覆盖面积	0	0.5	3.0	0.5	0	0.8	1.5	4.0
	湿 重	0	10.0	92.0	2.5	0	3.0	45.0	81.0

的百分组成依序是管钩虾(36.2%)、水螅(18.6%)、海鞘(12.4%)、藤壶(9.7%)、管栖多毛类(8.7%)、苔藓虫(7.9%)、双壳类(4.5%)和其它生物(2%)。

四个季度底层板的平均湿重 1357.3 克/平方米,夏季最大,次为秋季,其他两季都比较小。柄海鞘及龙介虫类的大量附着,使得夏秋两季的湿重和覆盖面积大为增加。

三组半年和一年的试板,湿重和覆盖面积都很大。其中有两组以柄海鞘占绝对优势,另

一组以盘管虫、紫贻贝和两种藤壶的附着为主。种类组成和数量都与月板有差别(表3)。

表3 旅顺港底层板附着生物的数量 (1979.9—1980.8)

月	种类	覆盖面积 (%)	湿重 (g/m ²)	湿重组成 (%)									
				海绵	水媳	海葵	管栖多毛类	苔藓虫	双壳类	藤壶	管钩虾	海鞘	其它
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	2	0.1	0.3	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	2	0.1	0.3	—	50.0	—	—	—	—	—	—	—	50.0
5	3	10.4	9.0	—	91.7	—	—	—	—	—	—	8.3	—
6	9	14.6	151.6	—	62.9	—	—	1.1	—	—	15.9	18.5	1.6
7	21	56.8	495.0	—	9.2	—	0.1	2.1	0.3	3.0	71.3	13.7	0.4
8	31	40.5	390.3	—	19.1	—	7.3	20.1	14.2	2.1	16.9	15.4	4.8
9	14	42.9	179.5	—	1.5	—	36.4	3.0	—	53.6	5.5	—	—
10	13	22.7	31.3	—	18.9	—	51.4	11.3	—	10.0	8.4	—	—
11	2	0.1	0.3	—	50.0	—	—	—	—	—	50.0	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
春 (3—5)	3	69.3	304.0	—	2.3	—	—	—	—	—	—	94.6	1.3
夏 (6—8)	33	86.7	3262.8	0.1	1.5	—	27.7	1.0	2.5	1.0	7.0	55.4	3.9
秋 (9—11)	18	99.9	1861.3	8.0	0.1	—	70.9	2.9	—	17.8	0.3	0.1	0.1
冬 (12—2)	1	0.1	0.3	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—
上半年(3—8)	31	100	2310.1	0.1	3.1	—	12.0	0.4	8.0	0.1	—	72.6	3.7
下半年(9—2)	20	98.1	2154.6	—	—	—	39.1	1.5	—	31.8	23.3	4.3	—
一年(9—8)	41	100	22071.3	0.1	0.4	0.1	4.2	1.3	7.4	1.5	—	85.0	1.7

表层板藻类的数量偏少,主要是肠浒苔、管浒苔等几种浒苔类。而且仅5月至8月才有藻类附着。不象东海沿海的附着藻类全年都附着,而春季是盛期(表4)。

表4 旅顺港表层试板藻类的附着量

月	4	5	6	7	8	9	春 (3—5)	夏 (6—8)	秋 (9—11)
种数	—	1	3	5	3	—	2	6	1
覆盖面积(%)	—	0.1	30.0	6.1	12.0	—	4.1	79.0	0.1
湿重(g/M ²)	—	2.0	600.0	112.0	240.0	—	82.0	1265.0	10.0

二、讨 论

1. 种类 从一周年挂板试验得到69种附着生物,得知旅顺港附着生物的种类还丰富,

尤以柄海鞘、紫贻贝和加洲草苔虫的大量附着更引人注目。种类组成表明, 这里附着生物的种类以温带种为主, 也有许多广温种, 而没有暖水种和河口低盐种。

例如, 紫贻贝是北黄海(大连、烟台和青岛等)管道的主要污损生物(姜康后等, 1981), 在有些船底的数量也很大, 但在连云港以南就很少或没有发现。它也是欧美北部的浮标、管道极其主要的污损生物(Nair, 1962; Thompson, 1977), 也分布在日本(○原武, 1964)及苏联远东沿海(Зевचना, 1972)。在北半球分布的南界是夏季月平均水温 26.7°C , 高温限制了它往南分布。再如柄海鞘, 是塘沽新港^[9]、大连、青岛(李洁民等, 1964)和连云港的主要附着生物, 也分布在日本北部(Kawahara, 1962—1969; Mawatari, 1975), 从连云港以南中国沿海及日本南部沿海都没有发现。致密藤壶、内刺盘管虫等种类的分布也有类似的特点。

加洲草苔虫、肠浒苔、纤细数枝螅、阔口隐槽苔虫、纹藤壶、美丽盘管虫和玻璃海鞘等都是旅顺港附着生物的习见种, 也广泛分布在中国东海和南海沿岸(李洁民等, 1964; 张良兴等, 1981; 黄宗国等, 1961、1962、1979、1980; Thompson, 1977), 多数是世界性的船底污损生物(○原武, 1964; Ghobashy 等, 1980; Kawahara, 1962—1979)。

钟巨藤壶(*Megabalanus tintinnabulum tintinnabulum*)、红巨藤壶(*M. rosa*)、网纹藤壶(*Balanus reticulatus*)、白海鞘(*Styela plicata*)等是中国长江口以南沿海船底、浮标上数量很大的污损生物(黄宗国等, 1961、1962、1979、1981; Vrijmoed, 1975), 这些暖水性种没有分布到北黄海, 旅顺港也没有发现。

泥藤壶(*B. uliginosus*)最适宜于河口低盐水域生活, 是中国和日本沿海低盐海域的主要污损生物之一, 在塘沽新港、吕泗洋、泉州湾和汕头港等的数量很大, 在旅顺港没有发现。沼蛤(*Limnoperna fortunei*)、淡水棒螅(*Cordylophora lacustris*)和鲍枝螅(*Bougainvillia* sp.)等都是淡水或咸淡水的主要污损生物, 在旅顺港也未发现。

2. 数量 旅顺港短期试板(一个月)附着生物的数量不大, 全年12个月的月平均湿重仅 $104.8\text{g}/\text{m}^2$, 覆盖面积也仅15.7%。但是由于柄海鞘大量附着和充分生长的结果, 中、长期试板附着生物的数量比较大, 如夏季及一年试板的湿重分别高达3.2千克/平方米和22.1千克/平方米。

在中国沿海已经调查过的30个试验点, 按夏季底层试板附着生物湿重的大小可分为五级, 即很大(15千克/平方米以上)、大(10千克/平方米)、较大(6—3千克/平方米)、小(2—1千克/平方米)和很小(0.6千克/平方米以下), 其中仅6个港湾属一级和二级, 有14个港湾属四级和五级。旅顺港居中, 属于较大级。

3. 附着季节 旅顺港主要附着生物的附着季节是6—10月, 8、9月是附着盛季, 11月至翌年4月没有或者很少生物附着。影响附着季节的主要因子是水温的变化。

世界海洋附着生物的附着季节大致可分为四种类型, 即全年附着、没有明显的季节变化, 全年附着, 附着强度有显著的季节变化; 一年有两个相间的附着期; 一年仅有一段时期附着。旅顺港属于最后一种类型, 即附着季节仅集中在全年温暖的月份。但是, 紫贻贝有附着双周期的迹象。旅顺港附着生物的附着季节体现了暖温带附着生物附着季节的特点。

综上所述, 旅顺港附着生物的种类还丰富, 以温带种类为主, 没有暖水种和低盐种; 数量一般; 属单周期的附着类型, 夏季是防污的主要季节。上述诸点类同与大连、青岛等北黄

海的港口,也和连云港有相似之处。但与东海、南海等亚热带港口有差别,也有异于河口低盐水域的附着生物。

参 考 文 献

- 李洁民等 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。
 张良兴等 1981 吕泗洋附着生物与钻孔生物生态。海洋学报 3(1):139—148。
 娄康后等 1981 施氮防除贻贝堵塞管道的研究。海洋与湖沼 12(2):117—124。
 徐利生 1963 珠江的淡水棒虻及其胚胎发育。中山大学学报 3:76—84。
 黄宗国等 1961 厦门港附着生物生态的研究。厦门大学学报 8(3):220—250。
 黄宗国等 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。
 黄宗国等 1979 舟山海区附着生物与钻孔生物生态研究。海洋学报 1(2):299—309。
 黄宗国等 1980 渤海湾的附着生物与钻孔生物生态。海洋学报 2(3):110—122。
 黄宗国等 1981 东山海湾附着生物分布特点。海洋学报 3(2):291—299。
 〇原 武 1964 海洋污损附着生物四生态学的研究。长崎大学水产学部研究报告 16号, 138 页。
 Ghobashy, A.F.A. et al. 1980 Fouling in the SueZ canal. 5th Intern. Cong. on Marine Corrosion and Fouling (Proc.), 75—92。
 Kawahara, T. 1962—1979 Studies on the marine fouling communities I, II, III, IV a—c. Report of Faculty of Fisheries Prefectural University of Mie 4(2):27—41, 4(3):391—418, 5(2):319—364, 6(3):109—125。
 Mawatari, S. 1975 Biological research upon marine borers and fouling organisms in Japan. Special Symposium on marine science 154—159。
 Nair, N.B. 1962 Ecology of marine fouling and boring organisms of western Norway. Sarsia 8:1—88。
 Morton, B., 1977 Freshwater fouling bivalve. Proc. First Intern. Corbicula Symposium, Texas Christian University 1—14。
 Thompson, D. L., 1977 Biofouling organisms and their salinity tolerance on navigational buoys in upper San Francisco Bay. M. thesis, Naval Postgraduate School, USA. 1—53。
 Vrijmoed, L. 1975 An analysis of surface fouling organisms in the coastal waters of Hong Kong. Special Symposium on marine sciences, Hong Kong 129—135。
 Зевина, Г.В. 1972 Обраста́ния в морях СССР издательство моско́вского УНИВЕРСИТЕТА 1—212,

STUDIES ON THE ECOLOGY OF FOULING ORGANISMS IN LUSHUN HARBOR, LIAONING PROVINCE, CHINA

Li Chuanyan Huang Zongguo Zhang Liangxing

Zheng Chengxing and Li Furong

(Third Institute of Oceanography, National Bureau of Oceanography)

Zhou Ningqi Sun Linchen and Luan Rixiao

(Dalian Museum of Natural History)

An investigation of marine fouling was conducted from September 1979 to August 1980 in Lushun Harbor ($38^{\circ}48'N$, $121^{\circ}15'E$). Monthly average water temperature and salinity were $1.8-20.9^{\circ}C$ and $30.1-31.7\%$ respectively. 8×14 cm wooden and plastic panels were exposed near the pier in surface water and at two meter depth at monthly, seasonal and yearly intervals.

All species attached on the panels are listed in Table 1, the wet weights and percentages surface coverage are given in Table 3 and 4, and the seasons of attachment of major species are shown in Figure 1.

69 species of animals and algae were collected from 94 panels, of which *Styela clava*, *Bugula californica* and *Mytilus edulis* were the dominant species and *Hydroides ozoensis*, *Enteromorpha* spp., *Cryptosula pallasiana*, *Obelia gracilis*, *Botryllus schlosseri*, *Balanus improvisus* and *Corophium* sp. were the common species. The main period of settlement extended from June to October (monthly average temperature $12.5-20.9^{\circ}C$) with a cli max in August and September. The monthly met weight of fouling organisms fluctuated in the range of $0-495.0g/m^2$ (monthly av. $104.8g/m^2$, highest in July). The order of abundance of animals in four seasons was as follows: Summer, Autumn, Spring and Winter (seasonal av. $1357.3g/m^2$). And yearly wet weight was very great ($22071.3g/m^2$).

The results indicate that the major species of fouling organisms in Lushun Harbor are of temperate water and no species of warm water and low salinity are present. The attachment of major species are limited to a definite period of the year because the annual temperature change is relatively great.