

中国对虾育苗池和养成池微型污着生物群落的研究^{*}

胡超群 谭智源

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

提要 于1992年4—10月在山东省青岛市黄岛前湾育苗场和胶南市红石崖镇邵家村养殖场, 采用载玻片挂片和对中国对虾现场取样的方法, 研究中国对虾育苗池和养成池载玻片挂片表面和对虾体表微型污着生物群落的组成和发展。结果表明, 玻片上的微型污着生物包括细菌、真菌、藻类和原生动物。在育苗池, 不同深度微型污着生物群落的组成相似; 在养成池, 其组成则略有不同: 上层主要是细菌、藻类和纤毛虫; 中层是细菌和纤毛虫, 亦有少量藻类和真菌; 下层则主要是细菌、真菌和纤毛虫。玻片上附着生活与自由生活的微生物, 一起组成一微生物粘膜。在育苗池, 该粘膜形成后可保持到一个育苗周期结束而不被大型污着生物取代; 在养成池, 该粘膜形成后则会被大型污着生物, 包括水螅、苔藓虫和藤壶等取代。中国对虾体表微型污着生物群落的组成与发展同玻片上的相似, 说明对虾与对虾体表的微型污着生物之间存在着一种携带关系。

关键词 中国对虾 育苗池 养成池 微型污着生物群落 挂片试验 携带

由各种微型污着生物组成的微型污着生物群落, 亦称微生物粘膜(slime film), 它是海上人工设施上污着生物群落形成的必经阶段(黄宗国等, 1984; 王秋等, 1981; WHOI, 1952)。在对虾人工育苗和养成过程中, 养殖对虾体表有时亦会附着各种微型污着生物群落, 导致对虾患“微型生物污着症”(胡超群等, 1995)而死亡。因此, 弄清虾池微型污着生物与对虾体表微型污着生物之间的关系, 有助于了解虾池生物环境与对虾疾病之间的关系, 为防治养殖对虾的“微型生物污着症”提供理论依据。本研究首次采用海洋污着生物研究中常用的载玻片挂片方法来研究中国对虾育苗池和养成池微型污着生物群落的特点, 并与中国对虾体表微型污着生物群落的特点进行比较, 试图阐明虾池微型污着生物与养殖对虾“微型生物污着症”之间的关系, 以期对养殖对虾微型生物污着症的防治提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 挂片试验

1.1.1 挂片的时间和地点 1992年4月上旬至5月中旬在山东省青岛市黄岛前湾育

^{*} 国家博士后科研基金和广东省自然科学基金资助项目, 90310号。胡超群, 出生于1962年10月, 博士, 研究员, 现在中国科学院南海海洋研究所, 广州, 510301。

收稿日期: 1994年3月29日, 接受日期: 1996年4月2日。

苗场中国对虾室内育苗池(水泥池), 5月下旬至10月上旬在胶南市红石崖镇邵家村中国对虾养成池(泥质底)挂片。以上两地均位于胶州湾畔, 相距约15km。

1.1.2 挂片方法 取长约2m的尼龙绳, 以25cm等距离间隔绑上铁夹, 在绳的一端系重物后置于池水中, 另一端系在育苗池边的固定结构上或虾池的进、排水口附近; 取洁净载玻片二片对齐紧贴后用铁夹夹牢, 保持载玻片平面与水平面呈垂直状态。挂片一段时间后, 从铁夹上取下载玻片用于进一步观察, 并重新夹上新的洁净的载玻片。

1.1.3 虾池环境 育苗池主要使用经沉淀后的沿岸海水, 个别池使用经沉淀再沙滤后的沿岸海水; 育苗期间使用单胞藻、卤虫、酵母和蛋黄作为中国对虾幼体饵料; 除个别虾池使用少量抗生素作为虾病的防治药物外, 未使用其他药物。养成池使用水泵提取沿岸海水作为养殖用水; 养成期间主要使用人工配合饵料及部分鲜活饵料(贝类)作为对虾饵料; 在挂片的4个虾池中, 2个各使用了一次茶粕作为治疗“微型生物污着症”的药物(刺激对虾蜕皮), 并多次使用了一种“增氧消毒剂”用来改善虾池的水质和底质。

1.2 取样方法

1.2.1 育苗池 (1)在每一育苗周期(一茬)的不同时间, 即中国对虾幼体的不同发育阶段挂片, 4—6d后收回, 以观察玻片上微型污着生物群落的组成与分布; (2)取玻片时, 取中国对虾幼体约50—100尾, 观察其体表的微型污着生物; (3)在育苗周期开始时, 即中国对虾卵入池挂片, 然后在不同的时间分别取回, 以观察玻片上生物群落的演替。

1.2.2 养成池 (1)每月分别取回放置6—8d, 14—16d, 18—21d的玻片, 以观察污着生物群落的组成与分布; (2)取玻片时, 取中国对虾20尾, 观察其体表的污着生物; (3)在7月29日—8月13日共16d期间, 分别取放置1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16d的玻片, 以观察污着生物群落的演替。

1.3 观察方法

由现场取回的载玻片, 直接或经10%福尔马林固定后制成湿片标本, 在普通光学显微镜下观察。部分载玻片分割成适当大小, 按常规扫描电镜制样技术进行制样, 在AMRRY-B型扫描电子显微镜下观察。

2 结果

2.1 育苗池微型污着生物群落的特点

2.1.1 玻片表面的微型污着生物群落 于育苗期中国对虾幼体发育的不同阶段分别挂片, 除卵至无节幼体阶段外, 其他各期挂片时间为4—6d的玻片表面均出现肉眼可见的微型生物粘膜。该粘膜中的污着生物由细菌、原生动物纤毛虫、真菌和藻类组成。污着的细菌以杆状和丝状细菌为主, 球形的细菌较少出现; 纤毛虫以缘毛类的钟虫(*Vorticella* spp.)和聚缩虫(*Zoothamnium* spp.)为主, 也出现少量其他缘毛类, 如靴纤虫(*Cothurnia* spp.)、鞘居虫(*Vaginicola* spp.)及吸管虫类的吸管虫(*Ephelota* spp.)和壳吸管虫(*Acineta* spp.); 在部分虾池(40%)取回的玻片上有真菌污着; 仅在个别玻片上发现有少量楔形藻(*Licmophora* sp.)污着。微型生物粘膜中除上述污着类群外, 还出现其他自由生活的微型生物。在同一虾池, 不同深度的挂片表面, 污着生物的组成相似, 在显微镜下观察无明显差别。

在中国对虾育苗周期(一茬)开始时,即虾卵入池后同时挂片、于不同时间取回的玻片上,其微型污着生物出现的次序如下。挂片 2d: 有少量短的杆状细菌污着(图版 I: 1)。挂片 4d: 杆状细菌增多,偶尔有球形细菌出现。挂片 6d: 细菌数量继续增多,有柄纤毛虫类(钟虫、聚缩虫)、丝状细菌或真菌开始污着,出现少量单胞藻和变形虫类。挂片 8d: 有柄纤毛虫类数量增多,其他自由生活的微型生物,如鞭毛虫、纤毛虫、线虫和轮虫开始出现,并出现肉眼可辨的小白点,即聚缩虫的群体(图版 I: 2)。挂片 10d: 有柄纤毛虫类数量继续增多,肉食性的吸管虫类开始出现(图版 I: 3),部分虾池的玻片上出现以真菌为主的微型生物群落(图版 I: 4)。自由生活的鞭毛虫、纤毛虫、线虫、轮虫数量增多,形成肉眼可辨的粘膜。粘膜开始出现分层现象,丝状细菌开始附着于聚缩虫的柄上,个别玻片有楔形藻出现。挂片 12d: 与挂片 10d 相似,但各种生物数量增加,粘膜盖满整个玻片。挂片 14d: 与挂片 10d 相似,各种生物数量不再增加,虾池残饵和碎屑开始在玻片上沉积。挂片 16d: 残饵和碎屑沉积增多,覆盖面积增大,各种生物的数量有所减少。挂片 18d: 残饵和碎屑沉积继续增多,覆盖面积继续增大,各种生物的数量继续减少。

在试验的虾场,中国对虾一个育苗周期(即由虾卵入池至仔虾出池)历时为 18—19d。在该周期中,所有试验挂片均未发现有大型污着生物污着。

2.1.2 中国对虾幼体体表的微型污着生物 除正常发育的胚胎卵和各期无节幼体外,在显微镜下观察,可见死卵及其他各期幼体和仔虾均出现有不同程度的微型生物污着。其体表的污着生物包括杆状、丝状和球形的细菌,钟虫、聚缩虫、壳吸管虫和吸管虫等有柄的纤毛虫,偶尔可见到楔形藻和真菌。在污着严重的幼体或仔虾体表,出现多种微型生物组成的微型污着群落。

在同一育苗池中,中国对虾体表出现的微型污着生物与玻片表面出现的微型污着生物相似,没有明显的差别。

2.2 养成池微型污着生物群落的特点

2.2.1 玻片表面的微型污着生物群落 养成期间,于中国对虾生长发育的不同阶段挂片,在挂片后 6—8d,玻片表面即会形成肉眼可辨的微型生物粘膜。该粘膜与育苗池玻片上微型生物粘膜的组成相似,亦由细菌、真菌、藻类和原生动物纤毛虫组成。除上面提到的在育苗池中出现的各种微型污着生物外,还出现其他的微型污着生物,其中出现频率较高和数量较大的是藻类的浒苔(*Enteromorpha* spp., 图版 I: 5; 图版 II: 4)和异毛类纤毛虫中的壶鞘虫(*Lagotia* spp., 图版 II: 5)。

在养成池中,玻片所处的水深不同,其表面出现的微型污着生物亦有不同。上层(0—5cm)主要是杆状细菌、浒苔、其他藻类、缘毛类纤毛虫(钟虫和聚缩虫)和壶鞘虫,部分玻片上出现浒苔(图版 I: 5)占绝对优势的粘膜。中层(50—100cm)主要是杆状细菌、纤毛虫(钟虫和聚缩虫、壶鞘虫),亦有少量浒苔及真菌出现。下层(100—150cm)主要是杆状、丝状细菌、真菌和纤毛虫(钟虫、聚缩虫、壶鞘虫)。

7月29日—8月13日玻片上各种微型污着生物出现的先后次序(均取下层挂片)如下。挂片 1d: 有少量杆状细菌污着。挂片 2d: 杆状细菌数量增多。挂片 4d: 丝状细菌污着,聚缩虫(图版 II: 1—2)和壶鞘虫、鞘居虫、瓶鞘虫(*Ascrobus* spp., 图版 II:

9) 出现。挂片 6d: 聚缩虫和壶鞘虫数量增多, 壳吸管虫(图版 II: 7—8)、鞘居虫(图版 II: 3)及自由生活的鞭毛虫、纤毛虫、线虫等出现, 开始出现肉眼可辨的斑点。挂片 8d: 粘膜肉眼清晰可辨, 各种微型生物数量增多, 鞘居虫、壳吸管虫(图版 II: 6)和丝状细菌开始附着于聚缩虫的柄及壶鞘虫的鞘壁上; 粘膜开始分层。挂片 10d: 各种微型生物的数量继续增多, 粘膜分层更加明显, 覆盖大部分玻片表面。挂片 14d: 微型生物的数量不再增多, 出现蕞枝螳(*Obelia* sp.)。挂片 16d: 蕞枝螳群体增大, 壶鞘虫增多(图版 I: 6), 聚缩虫开始附着于蕞枝螳的螳茎上(图版 I: 7)。

在整个养成期间, 挂片时间短于 10d 的玻片, 其表面均不出现大型污着生物。从 5 月下旬至 6 月中旬, 挂片时间达到 21d 的玻片, 9 月下旬至 10 月上旬挂片 18d 的玻片, 也没有大型生物污着; 而 6 月下旬至 9 月中旬, 挂片时间为 15d 的玻片上即有蕞枝螳污着, 21d 的挂片则会被以蕞枝螳占优势的污损生物覆盖, 其他微型生物, 如聚缩虫则转而污着于蕞枝螳上, 或是出现膜孔苔虫(*Membranipora* sp., 图版 I: 8)或藤壶(*Balanus* sp., 图版 I: 9)。

2.2.2 养成池对虾体表的污着生物 上面提到的养成池玻片上的各种污着生物, 除壶鞘虫和蕞枝螳外, 均在试验虾池的对虾体表上发现。其中以各种细菌、聚缩虫和钟虫出现的频率最高、数量最大。在污着严重的对虾体表, 各种微型生物形成具有明显分层结构的微型污着生物群落。

3 讨论与结语

3.1 中国对虾育苗池和养成池微型污着生物群落的异同

王秋等(1981)曾于 1977 年 10—11 月, 1978 年 4—5 月研究了青岛太平湾(位于胶州湾南部)的微型污着生物。从他们的结果来看: 细菌、硅藻是太平湾微型污着生物群落中的主要类群, 而附着性的缘毛类在他们 14d 中的所有挂片上只有钟虫出现。本试验的地点虽然也处胶州湾畔, 但无论中国对虾育苗池还是养成池, 硅藻均不是占优势的污着生物类群, 而原生动物中的聚缩虫则是整个对虾育苗和养成期间占优势的污着生物类群, 这说明虾池环境的变化可能导致了虾池污着生物群落的组成产生重大变化。

从育苗池和养成池微型污着生物群落的特点来看, 虽然其主要的优势类群, 如细菌、缘毛类纤毛虫基本相似, 但由于其环境不同, 各种污着生物繁殖和附着的时间不同, 某些污着生物, 如浒苔和壶鞘虫及大型的污损生物只在养成池出现, 而不在育苗池出现。因而育苗池和养成池微型污着生物群落会表现出不同的特征。

3.2 微型污着生物与中国对虾之间的关系

大多数作者认为: 对虾体表污着的各种微型生物与对虾之间存在着外共栖(宋微波, 1991a, b; 1992; 孟庆显, 1992; Sindermann et al., 1988)或外寄生(Overstreet, 1973)的关系。然而从本结果来看, 在对虾体表出现的各种污着生物(包括微型的和大型的)都可以出现在人工放置的载玻片上。说明这些污着生物并不需要与对虾共同生活在一起或是依赖于对虾才能生存, 它们仅仅是利用对虾体表作为它们附着的基质而已, 与其他污着生物一样, 只要有适宜的附着基质, 它们都可以附着上去。因此, 对虾与对虾体表的污着生物之间只是一种携带(phoresis)的关系(Kinne, 1980), 而不是共栖或寄生的关系。对虾患“微型生物污着症”是由于对虾携带的污着生物太多, 体表被污损, 影

响它们的正常生理机能而发病的。

3.3 虾池微型污着生物与中国对虾体表污着生物之间的关系

虽然中国对虾体表的各種污着生物都会在玻片上出现,但并不是玻片上出现的所有污着生物都能在中国对虾体表出现,造成这一差别可能有三方面的原因。其一,由于中国对虾体表和玻片本身理化性状的差别以及中国对虾的活动性,某些污着生物难以附着于中国对虾的体表。其二,中国对虾除幼体外,是营底栖生活的生物,因而在养成期,上层的污着生物,如某些单细胞硅藻,由于难以适应水底生活而不会出现在中国对虾体表,而一些底栖藻类则会出现在中国对虾体表,因此中国对虾体表有时亦会有许多浒苔等污着。其三,由于中国对虾具有蜕皮性,许多大型的污着生物如藤壶生长速度比微型生物慢且不能在中国对虾体表繁殖,因此难以在中国对虾体表大量出现。另外,污着生物群落的演替均是由微型生物开始,经过较长时间才会被大型生物取代。因此,中国对虾体表出现的污着生物主要是微型生物。

参 考 文 献

- 王 秋等, 1981, 山东海洋学院学报, 11(1): 46 — 52.
- 宋微波, 1991a, 青岛海洋大学学报, 21(3): 119 — 128.
- 宋微波, 1991b, 青岛海洋大学学报, 21(4): 45 — 55.
- 宋微波, 1992, 青岛海洋大学学报, 22(2): 107 — 117.
- 孟庆显, 1992, 对虾疾病防治手册, 青岛海洋大学出版社(青岛), 1 — 171.
- 胡超群等, 1995, 海洋与湖沼, 26(5 增刊): 102 — 107.
- 黄宗国、蔡如星, 1984, 海洋污损生物及其防除, 上册, 海洋出版社(北京), 1 — 352.
- Kinne, O., 1980, General Aspects, Protozoa to Gastropoda, John Wiley & Sons (Chichester), pp. 13 — 73.
- Overstreet, R. M., 1973, *Aquaculture*, 2: 105 — 140.
- Sindermann, S. C. J. and Lightner, D. V., 1988, Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture, Elsevier (Amsterdam), pp. 1 — 133.
- Woods Hole Oceanographic Institute (WHOI), 1952, Marine Fouling and its Prevention, U. S. Naval Institute (Annapolis), pp. 1 — 207.

STUDIES ON THE MICROFOULING COMMUNITIES FROM THE LARVAL REARING TANKS AND THE GROWOUT PONDS OF *PENAEUS CHINENSIS*

Hu Chaoqun[†], Tan Zhiyuan

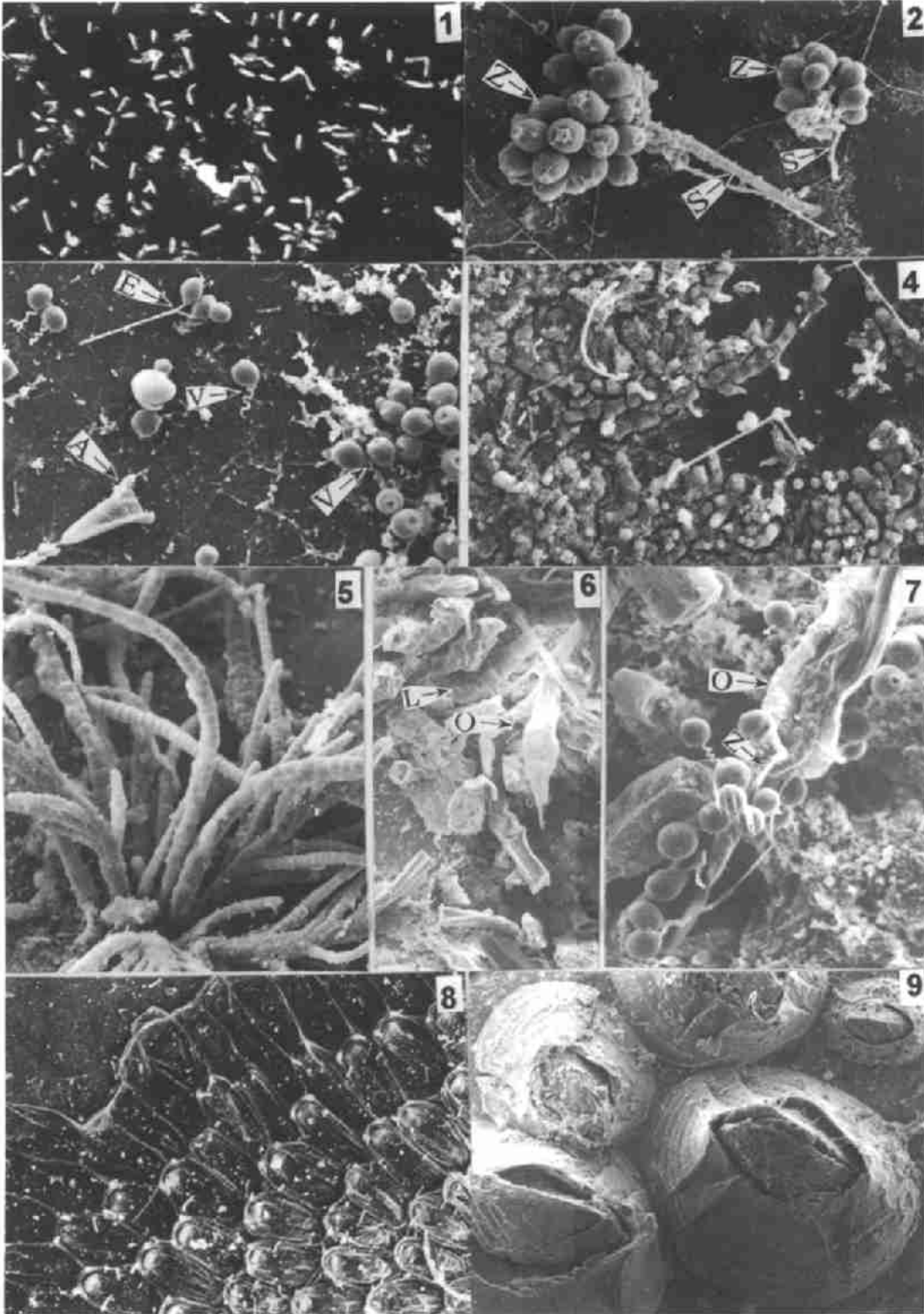
(Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

Abstract Studies on the components and development of the microfouling communities on the glass surfaces of the larval rearing tanks, and the growout ponds of *Penaeus chinensis* at Jiaozhou Bay in China were carried out in 1992.

The studies showed attaching organisms on the surfaces of test panels were bacteria, fungi, algae and protozoa; the microfouling organisms on the panels of the larval rearing tanks were commonly bacteria, fungi and ciliates; algae such as *Licmophora* sp. appeared occasionally. The composition of microfouling communities at all depths was similar. In the growout ponds, the communities consist of bacteria, fungi, algae and ciliates. The microfouling organisms on the panels at different depths were slightly different: at the upper layer of the ponds (0—50cm), the attaching organisms were bacteria, algae and ciliates; at the median layer (50—100cm) that were mostly bacteria, ciliates and less of fungi and algae; at the lower layer (100—150cm) that were bacteria, fungi and ciliates, and rarely algae. The development of the community began with attachment of bacteria to the surface, followed by other attaching microorganisms (fungi, algae and ciliates). The bacteria, together with free living microorganisms (including unicellular microalgae, ameba, flagellata, ciliates, nematodes, rotifers, etc.) formed a slime film. The slime film formed on the larval tanks can keep in a larval rearing cycle, but that formed in the growout ponds could be replaced by microorganisms including hydroids, bryozoa and barnacles. The composition and the developmental process of the microfouling communities on the panels and the body surfaces of shrimps are similar. It is suggested that there is a phoresis relation between penaeid shrimp and microfouling organisms.

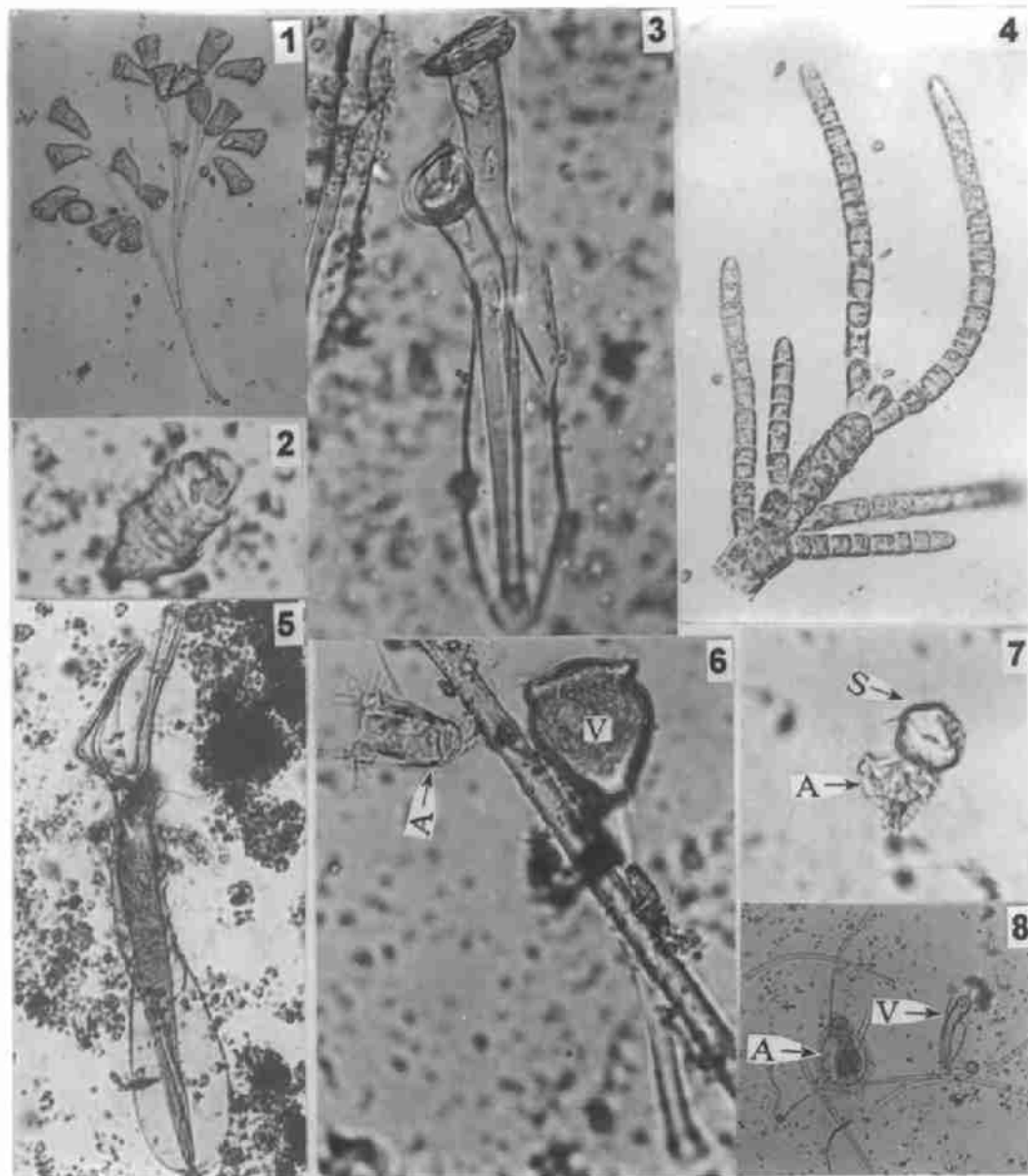
Key words *Penaeus chinensis* Larval rearing tanks Growout ponds
Microfouling communities Phoresis Panel test

[†]Present address: South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301.



图版 1 中国对虾育苗池和养成池人工挂片上的某些微型污着生物 (扫描电镜照片)
Plate 1 The microfouling organisms on test panels in the larval rearing tanks and the growout ponds of *Penaeus chinensis* (by SEM)

1—4. 育苗池: 1. 杆状细菌, $\times 1500$; 2. 聚缩虫, 示个员 (Z) 和柄 (S), $\times 180$; 3. 钟虫 (V), 壳吸管虫 (A) 和累枝虫 (E), $\times 150$; 4. 真菌, $\times 350$; 5—9. 养成池: 5. 硅藻, $\times 202$; 6. 壳吸管虫 (L) 和累枝虫 (O), $\times 50$; 7. 聚缩虫 (Z) 附着于累枝虫 (O) 上, $\times 160$; 8. 膜孔苔虫群体的一部分, $\times 30$; 9. 藤壶, $\times 20$.



图版 II 中国对虾养成池人工挂片上的某些微型污着生物 (活体)

Plate II Some of the microfouling organisms on test panels in the growout ponds of *Penaeus chinensis* (living forms)

1. 聚缩虫群体, $\times 332$; 2. 聚缩虫的游泳体因背壳开始变态, $\times 332$; 3. 鞘居虫, $\times 1320$; 4. 游苔, $\times 332$; 5. 蚤
鞘虫, $\times 528$; 6. 钟虫 (V) 和附着在聚缩虫柄上的壳吸管虫 (A), $\times 528$; 7. 壳吸管虫 (A) 捕食聚缩虫的游泳体 (S), $\times$
528; 8. 瓶鞘虫 (A) 和鞘居虫 (V), $\times 332$.