

养殖对虾微型生物污着症的特征*

胡超群 刘瑞玉 谭智源 陈 驹 曹登官

(中国科学院海洋研究所, 青岛 266071)

提要 于 1991 年 3—9 月和 1992 年 3—9 月, 在中国沿海广东、海南、福建、浙江、江苏、山东、河北、天津和辽宁等 9 个省市的养殖场采集中国对虾、斑节对虾和长毛对虾 3 种对虾标本, 运用显微和亚显微观察方法, 对养殖对虾的微型生物污着症进行研究。结果表明, 患该症的对虾其体表污着生物群落通常由微型生物组成, 包括各种细菌、藻类和原生动物, 主要类群是具有柄的缘毛类纤毛虫; 其他观察到的常见类群包括丝状和非丝状的细菌、附着性藻类和吸管虫类; 在养成期偶尔发现有苔藓虫和藤壶等大型污着生物。对育苗期和养成期中国对虾体表的扫描电镜观察发现: 在某些对虾体表, 污着群落具有明显的分层现象。对虾体表的污着程度与其体表污着群落的不同发育阶段有关。据此, 认为对虾体表微型生物污着症可能是一种慢性的疾病综合症。

关键词 养殖对虾 微型生物污着症 微型污着群落 扫描电镜

在对虾养殖过程中, 与许多微型污着生物 (fouling organisms, 亦称附着生物或污损生物), 如细菌、藻类、原生动物及某些后生动物等有关的对虾疾病是最常见的疾病。特别是在集约式(精养)和半集约式(半精养)的对虾养殖系统中, 该病的发生和流行常会引起养殖对虾很高的累积死亡(孟庆显, 1991, 1992; Lightner, 1983, 1985)。有关该病的诊断及其病原已有许多研究报道(孟庆显, 1991, 1992; 胡超群¹⁾, 1992; Lightner, 1983, 1985, 1988)。然而, 已有的研究只是单独地描述了微型污着生物中的某些主要类群, 如丝状细菌、聚缩虫等与养殖对虾疾病的关系, 而对多种污着生物在养殖对虾体表形成污着生物群落, 进而引起对虾微型生物污着症的特征未作深入研究。本文报告我国 3 种主要养殖对虾体表的有关污着生物的污着特征, 并深入探讨其与虾病的关系, 以期探讨养殖对虾微型生物污着症的形成机理及其控制方法提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材料 育苗期和养成期的中国对虾 (*Penaeus chinensis*), 斑节对虾 (*P. monodon*) 及养成期的长毛对虾 (*P. penicillatus*), 于 1991 年 3—9 月采自我国广东、海南、福建、浙江、江苏、山东、河北、天津和辽宁等 9 个沿海省市的主要养虾地区(胡超群¹⁾, 1992), 用于光学显微镜观察; 于 1992 年 3—5 月采自山东省青岛市黄岛前湾育苗场的中

* 国家博士后科研基金和广东省自然科学基金资助项目, 90310。胡超群, 出生于 1962 年 10 月, 博士后, 副研究员, 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: 1994 年 6 月 29 日。

1) 胡超群, 1992, 养殖对虾疾病的流行病学调查, 全国海水养殖学术讨论会论文集(大连), 272—277。

国对虾幼体和 5—9 月采自胶南市红石崖邵家村养殖场的中国对虾稚虾,用于扫描电镜观察。

1.2 光学显微镜观察 将活体或用 10% 福尔马林溶液固定的整尾幼体或仔虾,稚虾或成虾的部分附肢、鳃和甲壳(包括额角、触鞭、第二触角鳞片、第二步足、游泳足、尾扇、鳃盖、鳃丝和第一、二腹节背甲)分别制成“湿片”(wet-mount)标本,置普通显微镜下观察。

1.3 扫描电镜制样及观察 取整尾幼体或仔虾,稚虾的附肢、鳃和甲壳,用双面刀片于过滤海水中切割成适当大小,经 0.1mol/L 二甲砷酸钠缓冲的 2.5% 戊二醛溶液,1% 锇酸溶液双固定,逐级乙醇脱水,CO₂ 临界点干燥后镀金,于 AMRRY-B 型扫描电子显微镜下观察。

2 结果

2.1 3 种养殖对虾体表污着生物的常见类群 中国对虾、斑节对虾和长毛对虾,从育苗期的幼体直至养殖结束时收获的成虾,均会出现体表被各种生物污着的个体,主要是微型生物,包括各种细菌、附着性藻类和原生动物等。它们在对虾体表的出现是随机的,没有对虾种间及养殖地区间的差别。在同一尾对虾体表的的不同部位或同一部位,经常会有隶属于不同分类类群的微型污着生物同时附着,从而构成一个微型污着生物群落(microfouling community)。

在中国对虾和斑节对虾的育苗期,体表微型污着群落的组成成分主要是丝状和非丝状(杆状和球形等)的细菌、附着性藻类(楔形藻 *Licomophora* spp. 等)、鞭毛虫和具柄的纤毛虫。其中各种细菌、聚缩虫(*Zoothamnium* spp.)和钟虫(*Vorticella* spp.)为常见类群。

在 3 种养殖对虾的养成期,其体表污着生物群落的组成成分与育苗期相似,但在某些个体体表可见到育苗期没有的刚毛藻(*Cladophora* spp.)、浒苔(*Enteromorpha* spp.)和水云(*Ectocarpus* spp.)等。在中国对虾还发现了苔藓虫和藤壶等大型污着生物附着。

2.2 常见污着生物在养殖中国对虾体表附着的特征 不同的污着生物在对虾体表不同部位的附着具有一定的选择性。

在育苗期,各种杆状或球形的细菌以其菌体直接粘附于对虾体表的任何部位(图版 I:1—2),而丝状细菌则以其菌丝的一端附着于对虾的刚毛或其它部位(图版 I:3—4);鞭毛虫类则在光滑的躯干部附着较多(图版 I:5)。具柄的缘毛类纤毛虫(图版 I:6)以其特有的附着器,即柄端的基盘着生于对虾体表。它们首先附着于头胸部和附肢,其后逐渐扩展至虾体各个部位。另外,池中的碎屑也会沉积于对虾体表(图版 I:7)。随着污着的逐渐加重,多种微型污着生物,如各种细菌和纤毛虫会在同一部位附着(图版 I:8),最终形成以某种污着生物(如聚缩虫)为优势类群的群落。

在养成期,短柄的缘毛类靴纤虫(*Cothurnia* spp., 图版 II:9)首先选择鳃部附着,丝状细菌也主要附着于鳃部(图版 II:10)。而长柄的聚缩虫或钟虫则首先附着于额剑、头胸甲及附肢的凹陷和刚毛上,但随着污着程度的加重,它们会逐渐扩展至开始时不易被附着的鳃(图版 II:11)和眼(图版 II:12—13)等部位,并迅速遍布虾体全身,成为对虾体表占绝

对优势的类群。此时,对虾体表的污着群落呈现明显的分层现象(图版 II:14),由里层到表层依次为:活的或死亡的细菌组成的菌苔(bacterial lawn)层,它们在缘毛类柄端的基盘周围聚集较多;菌苔上有许多爬行或自由游泳的纤毛虫、鞭毛虫、单胞藻及线虫、涡虫、轮虫或桡足类(它们均不能抵抗水流的冲洗,因而在制片过程中从群落中脱落),在长柄缘毛类聚缩虫的柄上附着有许多丝状细菌、短柄或无柄的缘毛类靴纤虫、鞘居虫(*Vaginicola* spp.)或吸管虫,它们一起构成群落的中层;表层则由长柄缘毛类或其各级分枝的个员(zoids)组成。丝状藻类也以其柄端固着于鳃以外的对虾体表甲壳的任何部位上(图版 II:15)。当丝状藻类成为污着群落中的优势类群时,群落亦会出现与长柄缘毛类占优势时相似的分层现象。此时,丝状细菌和短柄纤毛虫类(图版 II:16)附着于藻体上生长。膜孔苔虫(*Membranipora* sp., 图版 II:17)或藤壶(*Balanus* sp., 图版 II:18)等大型污着生物亦开始在对虾体表附着和生长,但它们的数量和覆盖的面积还未取代占优势的微型污着生物。

2.3 养殖对虾对其体表微型生物污着的反应 3种养殖对虾对其体表微型生物污着的反应相似,没有对虾种间及养殖地区间的差别。

在污着较轻的个体,其体表仅有少数几种附着生物的出现,且数量较少并仅出现于某些特殊的部位,如额剑基部、鳃和附肢,此时,无论育苗期幼体或仔虾,还是养成期的稚虾或成虾,均不产生明显的病理变化。在污着较严重的个体,其体表污着生物的数量已显著增加,污着亦由体表的个别部位向其它部位扩展,个别污着部位附着生物的数量已达到肉眼可辨的程度。此时,育苗期幼体或仔虾的活动能力已明显受到抑制,幼体游泳速度缓慢,摄食困难和难以下沉进入底栖生活;养成期的稚虾或成虾则表现出与被污着部位相关的反应:如果鳃部未被严重污着,即使其它部位的污着达到肉眼可辨程度,受污着的个体也不产生明显的病理变化或行为异常;反之,若是鳃部被污着生物大量附着,则受污着的个体会产生明显的行为异常和病理变化。它们会慢慢地游向池边,其鳃部出现“褐色”或“黑色”症状,甚至鳃丝溃烂。在污着特别严重时,被污着个体绝大部分体表或整个体表密被“绒毛”,其外观肉眼清晰可辨,污着群落中以缘毛类聚缩虫或钟虫占绝对优势,并有明显分层现象。此时,被污着的幼体或仔虾各部分的结构在显微镜下也难以辨认,其游泳速度十分缓慢;被污着的稚虾或成虾则出现明显的黑鳃或烂鳃症状,其游泳能力和弹跳能力受到严重抑制,它们常浮于水面或静伏于池边,并陆续死亡。

3 讨论与结语

3.1 养殖对虾体表污着群落的形成与演替特点 在人工养殖的对虾和各种甲壳类动物的体表经常会出现各种微型污着生物,一般都认为它们是随机出现于甲壳动物体表的(Lightner, 1983, 1985),尚未有人深入探讨这些微型污着生物与对虾个体之间的关系。本研究结果表明,在3种养殖对虾体表出现的污着生物也主要是微型生物,它们共同构成对虾体表特殊的微型污着群落,该群落在对虾体表最终会形成以具柄缘毛类或丝状藻类为优势类群的群落。经观察到的演替顺序是:杆状和球形的细菌首先附着于体表各个部位;其后丝状细菌开始附着于刚毛及其它部位的体表;接着,原生动物纤毛虫或丝状藻类开始在对虾体表附着。随着长柄缘毛类聚缩虫或钟虫大量附着,其它先期附着的细菌和短柄缘毛类被长柄缘毛类覆盖或转而附着于长柄缘毛类的柄上或丝状藻类的藻体上,从

而构成一个具有明显分层结构的微型污着生物群落。这一群落的形成,也为其它自由生活的种类提供了生存和发展的空间。因此,在附着长柄缘毛类很多的对虾体表,也会有各种自由生活的纤毛虫、鞭毛虫、单胞藻、涡虫、线虫和轮虫等微型生物出现。至于对虾体表的污着生物群落究竟能发展到哪一个阶段,则是由对虾蜕皮间期的长短决定的。从我们的结果来看,该群落只能发展到长柄缘毛类占优势并覆盖对虾整个体表的阶段。推测群落不能进一步发展可能有两个方面的原因:一方面,对虾体表污着生物群落发展到这一阶段时,蜕皮间期最长的个体也会蜕皮;另一方面,当群落发展到这一阶段时,对虾已不能忍受这样严重的污着而死亡。

3.2 养殖对虾体表污着生物与对虾疾病的关系 有关养殖对虾体表各种污着生物与对虾疾病之间的关系,国内外已有许多报道(孟庆显,1991,1992;孟庆显等,1980; Lightner, 1983, 1985, 1988)对此进行了论述,但对这两者之间的关系,目前仍有不同的看法。一些学者认为对虾体表污着的有柄纤毛虫类是对虾的外寄生虫(Overstreet, 1973),另一些学者则认为这些污着生物是对虾体表的外共栖生物(孟庆显,1991,1992;Lightner, 1983, 1985, 1988)。然而,所有的学者都将这些污着生物看作对虾的病原体。从本研究的结果来看,各种污着生物在养殖对虾体表形成一个微型污着生物群落,一些自由生活的微型生物,甚至某些大型的污着生物也会出现在此群落中,显然这些自由生活的种类与对虾之间不存在专性共栖的关系。我们的研究结果还表明:对虾是否产生疾病反应,取决于体表被污着的程度和被污着的部位,这一点与文献中报道的有关污着生物引起的对虾疾病取决于污着生物的数量多少的结果是一致的。但是,对虾体表的污着程度并不仅仅取决于污着生物的种类,还取决于对虾体表污着群落的发展阶段。这说明,在养殖对虾,与体表污着生物有关的疾病并不是由某一种或某一类污着生物单独引起的,而是随着体表污着群落的发展,养殖对虾受到越来越严重的污着才表现出疾病症状的。虽然在体表污着群落的不同发展阶段,由于群落的演替会出现某一种或某一类污着生物占优势的阶段,但是仅将这一优势种或类群当作疾病的病原体是不恰当的。因为在这一优势种或类群未成为优势类群以前,对虾体表已受到其它污着生物的污着了。因此,对虾体表微型生物污着症是一种随着污着加重而逐渐加重的慢性病。

3.3 与体表污着生物有关的对虾疾病的命名问题 对于与养殖对虾体表污着生物有关的对虾疾病的命名,目前尚无统一的观点。大多数学者(孟庆显,1991,1992;孟庆显等,1980; Lightner, 1983, 1985, 1988)是以观察到的污着生物的分类地位来命名的。因此,此类疾病名称繁多,国内命名的就有10多种(孟庆显,1991,1992;孟庆显等,1980),如经常使用的“聚缩虫病”、“丝状细菌病”及“楔形藻病”等等。几乎是在对虾体表每发现一种或一类污着生物就给予一种新的疾病名称。国外学者亦给予许多不同的名称,如“原生动物污着病”、“缘毛类纤毛虫病”及“原生动物鳃病”等多种名称(Lightner, 1983, 1985, 1988)。另一些学者,如 Brock 等(1988)和 Fisher 等(1988)则将与各种微型污着生物有关的甲壳类疾病作为同一种疾病对待,并分别采用了“共栖或附生生物污着症”来描述罗氏沼虾(*Macrobrachium rosenbergii*)和“附生生物污着”描述一种黄道蟹(*Cancer magister*)的这一类疾病。但是他们都是将这些甲壳类体表出现的各种污着生物作为单一的或混合的病原来看待,尚未阐明甲壳类体表微型污着生物群落的形成和发展及其与甲

壳类疾病之间的关系。本研究结果表明: 该病与体表污着生物群落的形成和发展有关, 而不仅仅与某一种或某一类(群落中的优势类群)污着生物有关。另外, 由于该病具有一个相对“缓慢”的发展过程, 在此过程中, 对虾体内潜在性的感染可能表现出来, 其他的病原也可能在此期间侵袭感染对虾。当该病显示出明显症状, 如“黑鳃”或“烂鳃”时, 患病的对虾可能已具有多重感染, 这样该疾病可能表现综合性的特点。因此本研究认为: 与体表污着生物有关的虾病是一种与微型污着生物群落形成和发展有关的慢性疾病综合症, 并用“微型生物污着症”或“生物污着症”来命名这一虾病, 以区别于那些与污着生物污着明显无关或关系不大的养殖对虾疾病。

参 考 文 献

- 孟庆显, 1991, 养殖对虾疾病的诊断与防治, 海洋出版社(北京), 1—166。
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。
孟庆显、俞开康, 1980, 对虾疾病的调查研究, 水产研究集刊, 1: 31—45。
Brock, J. A. et al., 1988, Diseases and husbandry problems of cultured *Macrobrachium rosenbergii*, In Disease diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture, ed. by Sindermann, C. J. and Lightner, D. V., Elsevier (Amsterdam), pp. 134—180。
Fisher, W. S. et al., 1988, Dungeness crab diseases, In Disease Diagnosis and control in North American Marine Aquaculture, ed. by Sindermann C. J. and Lightner, D. V., Elsevier (Amsterdam), pp. 214—229。
Lightner, D. V., 1983, Diseases of cultured penaeid shrimp, In CRC Handbook of Mariculture, Vol. 1, Crustacean Aquaculture, ed. by Mcvey, J. P., CRC press (Florida), pp. 289—320。
Lightner, D. V., 1985, A review of the diseases of cultured penaeid shrimps and prawns with emphasis on recent discoveries and developments, In Proceeding of the First International Conference on the Culture of Prawns/Shrimps, Iloilo City, Philippines, 4—7 Dec. 1984, ed. by Taki et al., Southeast Asian Fish. Dev. Cent. Iloilo City (Philippines), pp. 79—103。
Lightner, D. V., 1988, Diseases of cultured penaeid shrimp and prawns, In Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture, ed. by Sindermann, C. J. and Lightner, D. V., Elsevier (Amsterdam), pp. 8—127。
Overstreet, R. M., 1973, Parasites of some penaeid shrimps with emphasis on reared hosts, *Aquaculture*, 2: 105—140。

CHARACTERISTICS OF THE MICROBIAL FOULING DISEASE SYNDROME OF THREE CULTURED PENAEID SHRIMPS

Hu Chaoqun[†], Liu Ruiyu, Tan Zhiyuan, Chen Duo, Cao Denggong

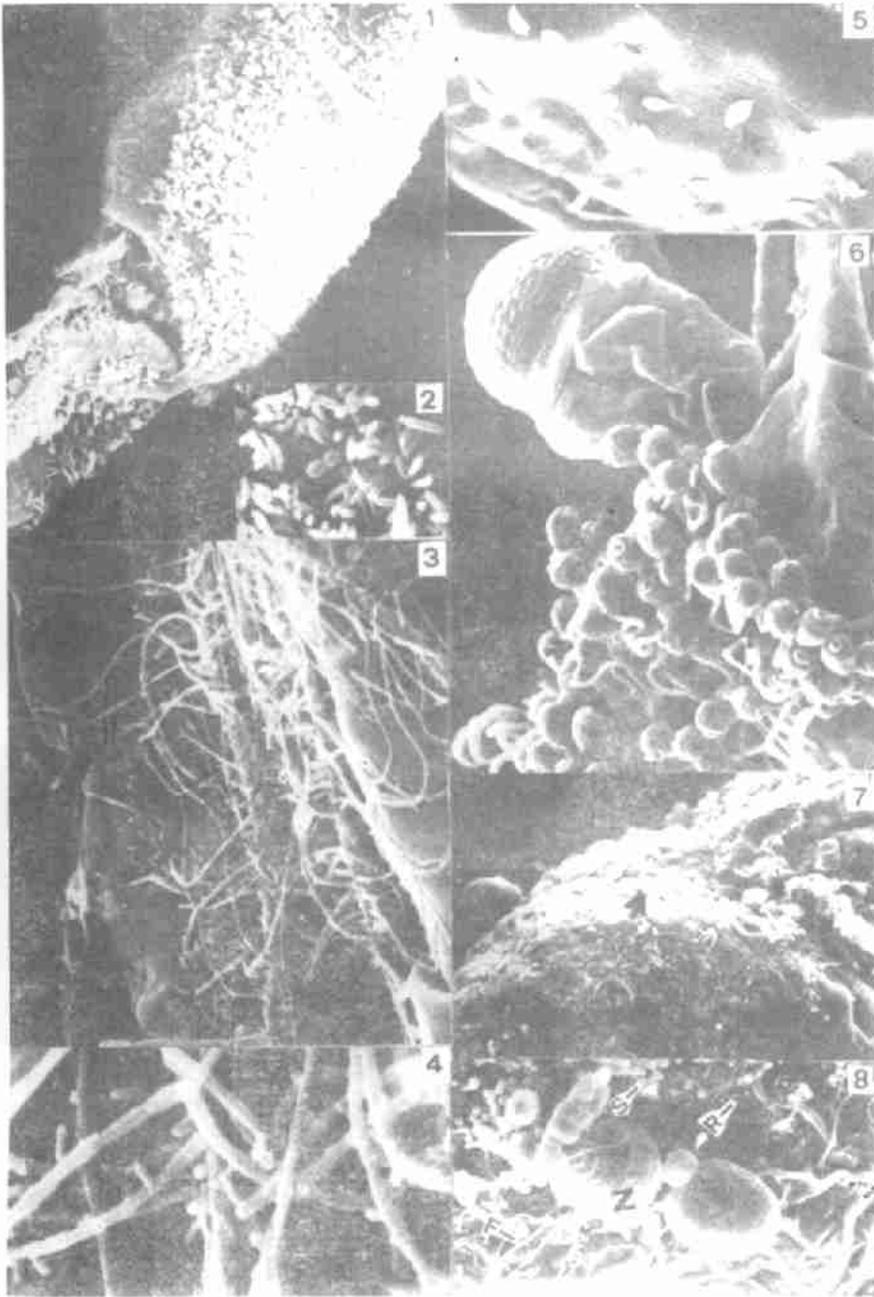
(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao 266071*)

ABSTRACT

This paper presents results of study on the microbial fouling disease syndrome of three species of cultured penaeid shrimps from nine provinces of China. In March to Sept. 1991 and March to Sept. 1992, *Penaeid chinensis* were sampled in Guangdong, Fujian, Zhejiang, Jiangsu, Shandong, Hebei, Tianjin and Liaoning; *P. monodon* were sampled in Hainan, Guangdong and Fujian, and *P. penicillatus* were sampled in Guangdong, Fujian and Jiangsu. The components of the fouling communities associated with this disease syndrome commonly consist of microfouling organisms including various bacteria, algae and protozoa. The major groups observed in these communities were the stalked peritrich ciliates. Other microfouling organisms observed are commonly filamentous and non-filamentous bacteria, attaching algae and the stalked suctorida. Macrofouling organisms such as bryozoa and barnacles were also occasionally observed in some communities. SEM observations on the fouling communities from the larval rearing stage and the growout stage of *P. chinensis* showed that the communities on the body surfaces of the heavy fouling shrimps were obviously stratified, indicating that the different developmental stages of the community were responsible for the different grades of the fouling and that as a result, the microbial fouling of cultured penaeid shrimp may be a chronic disease syndrome.

Key words Cultured penaeid shrimp Microbial fouling disease syndrome Microfouling community Scanning electron microscopy

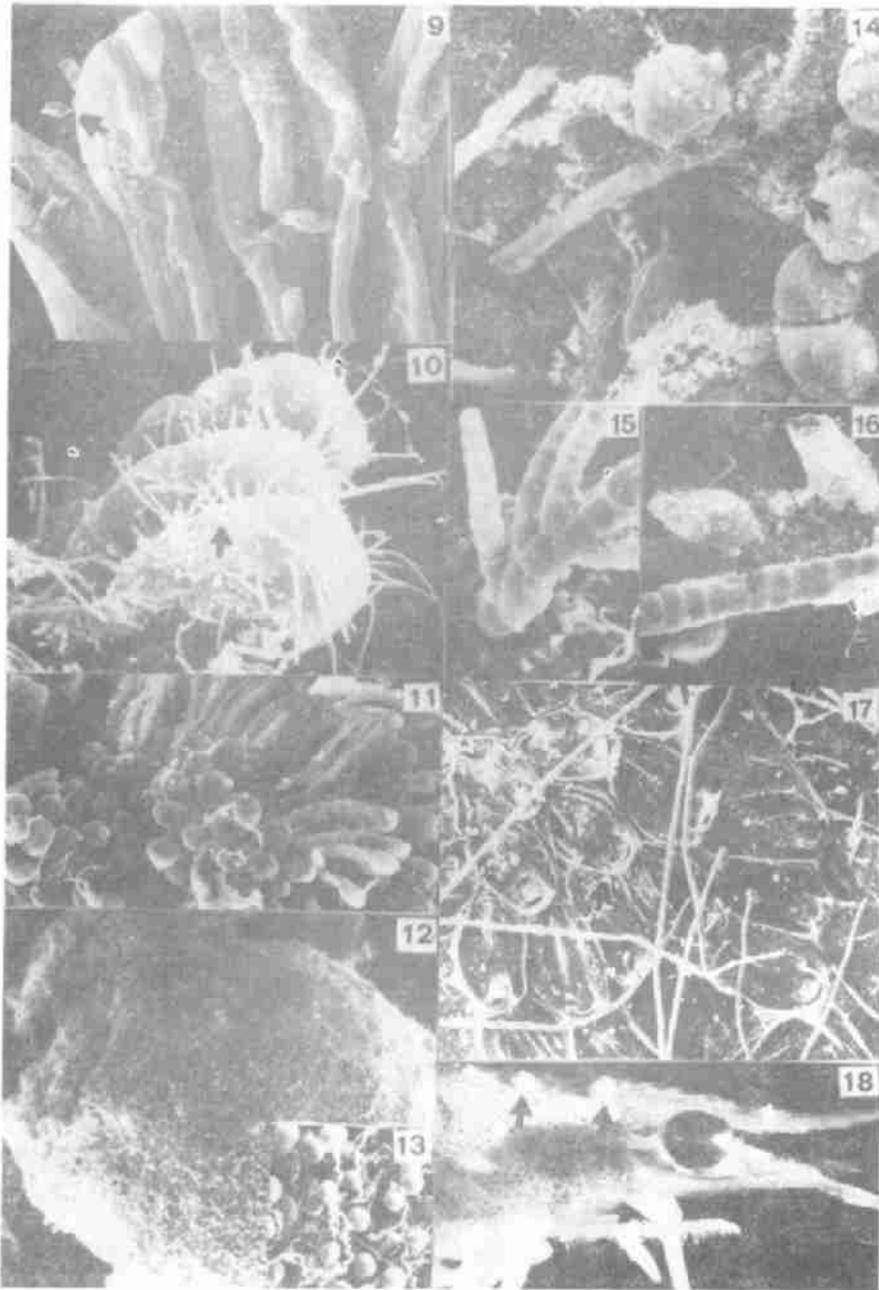
[†] Present address: South China Sea Institute of Oceanology, Academia Sinica, Guangzhou 510301.



图版 1 养殖中国对虾幼体体表的污着生物

Plate 1 Fouling organisms on the body surfaces of the larva of *Penaeus chinensis* cultured

1. 附肢上的杆状细菌和球形细菌, $\times 900$; 2. 1. 的部分放大, $\times 3\ 540$; 3. 刚毛上的丝状细菌, $\times 1\ 500$; 4. 3. 的部分放大, $\times 5\ 800$; 5. 腹部的鞭毛虫(箭头所示), $\times 490$; 6. 头胸部的聚缩虫(箭头所示), $\times 190$; 7. 腹部的碎屑(箭头所示)沉积, $\times 400$; 8. 丝状细菌(F), 杆状细菌(R), 球状细菌(S)和聚缩虫(Z)附着于腹部的同一部位, $\times 1\ 300$ 。



图版 II 养殖中国对虾稚虾体表的污着生物

Plate II Fouling organisms on the body surfaces of the juvenile of *Penaeus chinensis* cultured

9. 鳃部的靴纤虫(箭头所示), $\times 200$; 10. 鳃部的丝状细菌(箭头所示), $\times 1000$; 11. 鳃部的聚缩虫(箭头所示), $\times 121$; 12. 被钟虫污着的虾眼的一部分, $\times 20.2$; 13. 12. 的部分放大, $\times 100$; 14. 体表微型污着生物群落的分层, 示菌苔(长箭头)和聚缩虫柄上附着的丝状细菌(短箭头), $\times 500$; 15. 体表的浒苔, $\times 500$; 16. 体表浒苔上附着靴纤虫(箭头所示), $\times 500$; 17. 体表膜孔苔虫的一部分(箭头示个员), $\times 50$; 18. 头胸甲上的囊壶(箭头所示)(光镜照片), $\times 1.5$.