

胶州湾中大型砂壳纤毛虫的水平分布*

赵楠^{1,4} 张武昌^{1,2,3} 孙松^{1,2} 宋微波³ 张永山^{1,2} 李国民²

(1. 中国科学院海洋研究所海洋生态和环境重点实验室 青岛 266071; 2. 中国生态系统研究网络胶州湾生态系统
研究站 青岛 266071; 3. 中国海洋大学原生动物学实验室 KLM 青岛 266003;
4. 中国科学院研究生院 北京 100049)

摘要 用解剖镜镜检的方法鉴定和分析了2001年2、5、8月, 2002年5、8、11月以及2003年2月在胶州湾7个航次中浅海Ⅲ型网垂直拖网样品中的砂壳纤毛虫。结果表明, 各个航次优势种(丰度)为: 2001年2月, *Tintinnopsis brasiliensis* 1500—23900个/m³; 2001年5月, *Codonellopsis mobilis* 80600—624000个/m³, *Leprotintinnus neriticus* 920—13842个/m³, *Favella campanula* 184—2728个/m³, *T. kofoidi* 0—368个/m³; 2001年8月, *Stenosemella* sp. 0—982个/m³, *T. radix* 98—19114个/m³, *L. neriticus* 0—5932个/m³, *F. panamensis* 0—1318个/m³, *T. gracilis* 0—317个/m³, *L. nordqvisti* 0—158个/m³; 2002年5月, *C. mobilis* 22400—1567500个/m³, *L. neriticus* 900—96300个/m³, *C. parvicollis* 0—75600个/m³; 2002年8月, *F. panamensis* 0—2604个/m³, *C. mobilis* 0—992个/m³, *T. gracilis* 0—256个/m³, *L. nordqvisti* 0—102个/m³; 2002年11月, *C. ostenfeldi* 0—13003个/m³, *L. neriticus* 0—713个/m³, *T. schotti* 0—316个/m³; 2003年1月, 砂壳纤毛虫丰度低于50个/m³。下列5种是新记录种: *C. ostenfeldi*, *T. schotti*, *T. kofoidi*, *L. neriticus*, *Stenosemella* sp.。

关键词 砂壳纤毛虫, 丰度, 水平分布, 胶州湾
中图分类号 Q958

随着海洋微食物环概念的建立, 微型浮游动物的研究在国内外日益受到重视(张武昌等, 2001b; 赵三军等, 2005; Liu *et al*, 2003; Ota *et al*, 2003; Calbet *et al*, 2004)。砂壳纤毛虫(tintinnids)是海洋微型浮游原生动物的的重要组成部分(Suzuki *et al*, 1998)。在20世纪30—50年代, 我国科学家曾对我国部分海区的砂壳纤毛虫进行过为数不多的分类学研究(Wang *et al*, 1932; Wang, 1936; Nie *et al*, 1947; 尹光德, 1952, 1957), 但在最近50年中极少有工作涉及该类群(胡晓钟等, 1999; 徐奎栋等, 2001), 尤其是有关其丰度、时空分布等方面的数据迄今仍十分缺乏(Zhang *et al*, 2000; 张武昌等, 2000; 孙军等, 2004)。

胶州湾面积374.4 km² (孙松等, 2005), 是一个典型半封闭中型海湾, 水域生产力高, 生物种类较多, 一定程度上代表着北太平洋西岸温带

半封闭型海湾的生态系统。尹光德(1952, 1957)对胶州湾的砂壳纤毛虫进行了初步的分类学研究。自1991年成立中国生态系统研究网络胶州湾生态站以来, 胶州湾生态站每年进行4个季度的海洋生态调查, 并以2、5、8、11月分别作为春、夏、秋、冬4个季节的代表。在1997年9、12月, 1998年2、4、8、11月和1999年2、5月, 在8个航次中作者等曾用采水1 dm³、Lugol's试剂固定的方法调查了胶州湾砂壳纤毛虫的丰度(张武昌等, 2001a)。孙军等(2004)报道了2002年6—7月用同样方法对湾内和港口两个站位砂壳纤毛虫丰度的研究结果。该工作表明, 采水固定水样方法很难采到丰度低于10000个/m³的种。因此, 在2001—2003年胶州湾生态站2、5、8和11月进行的常规监测中, 作者对浅海Ⅲ型网样品中的砂壳纤毛虫进行了鉴定、计数, 本文中报道该工

* 国家自然科学基金资助项目, 40106017号; 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目, KZCX3-SW-214号。赵楠, E-mail: zhaonan7371@126.com

收稿日期: 2006-01-29; 收修改稿日期: 2007-01-12

作的结果。

1 调查与方法

胶州湾生态站在胶州湾共设 10 个站位(图 1), 编号为 1—10。调查海区深度为 4 m(3 号站)、-38 m(9 号站), 调查船为“科交二号”。调查中, 在各站位用 CTD 测量垂直断面的温度和盐度, 采表层水, 测量叶绿素 *a* 浓度。用浅海 III 型网(网口面积为 0.1 m², 网目孔径为 76 μm)从底(底上 2 m)到表垂直拖网, 用流量计计算滤过水的体积(*V_w*), 样品用甲醛(2%)固定。

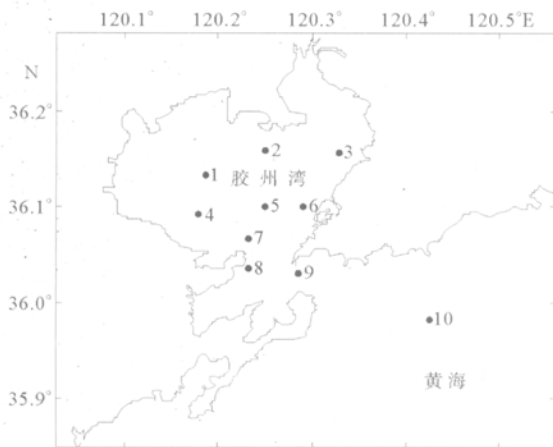


图 1 胶州湾调查站位图
Fig. 1 Locations of the sampling stations in Jiaozhou Bay

检查了 2001 年 2 月 22—23 日、5 月 29—30 日、8 月 29—30 日、2002 年 5 月 21—22 日、8 月 8—9 日、11 月 4—5 日和 2003 年 2 月 25—26 日共 7 个航次中拖网样品中的砂壳纤毛虫的种类和丰度。在实验室, 用量筒测量每个样品的体积(*V_s*, 一般为 50—100 cm³), 用定量取样器从中取出一定体积的样品(*a*, 2—10 cm³), 在解剖镜(放大 60 倍)下计数其中砂壳纤毛虫各种的数量(*N*), 砂壳纤毛虫丰度(*A*, ind/m³)通过公式 $A = N \times (V_s/a)$

/*V_w* 计算得来。最大丰度低于 100 ind/m³ 的种被认为是偶见种。每个样品另取 10 ml 检查丰度小的种。依据砂壳的形状和尺寸(用 Olympus BX 50 显微镜测量), 参照分类学文献(尹光德, 1952; Nie *et al.*, 1947; Wang *et al.*, 1932; Yoo *et al.*, 1988)进行种类鉴定。

2 结果

2001 年 2 月(图 2), 表层水温为 4.04—4.72 °C, 盐度为 30.86—31.51, 叶绿素 *a* 浓度为湾外低, 湾内高, 在 3 号站达到 9.94 μg/dm³。在样品中丰度最大的是勃拉西里拟铃虫(*Tintinnopsis brasiliensis*), 丰度为 1500—23900 个/m³, 最大丰度出现在 5 号站。其他偶见种有 *T. japonica*, *Codonellopsis mobilis*, *T. gracilis*。砂壳纤毛虫总丰度最大为 24000 个/m³。

2001 年 5 月(图 3), 10 号站由于天气原因环境因子没有采样。温度为 15.62—18.74 °C, 湾内比湾口高, 在 1 号站出现最高值; 盐度为 31.66—31.92, 湾口比湾内高, 在 1 号站和 4 号站出现最高值; 叶绿素 *a* 浓度为 0.51—2.99 μg/dm³, 分布不规则。砂壳纤毛虫有 4 种, 丰度也很大, *C. mobilis* 的丰度为 80600—624000 个/m³, 丰度在 10、9、7、5、2、3 站位大于 400000 个/m³, 分布在水体的中间。其他三个种则有明显的斑块分布: *Favella campanula* 的丰度为 184—2728 个/m³, 在湾北部两侧出现峰值, 在西侧, 最大值出现在 1 号站, 4 号站的丰度为 1920 个/m³, 在东侧的 3 号站则为 1838 个/m³, 其他站位的丰度低于 800 个/m³; *Leprotintinnus neriticus* 的丰度为 920—13842 个/m³, 峰值出现在 3 号站, 其他站位低于 5000 个/m³; *T. kofoidi* 的丰度为 0—368 个/m³, 最大值出现在 3 号站, 其他站位低于 90 个/m³。砂壳纤毛虫总丰度最大为 629000 个/m³。

2001 年 8 月(图 4), 10 号站没有采样。温度为

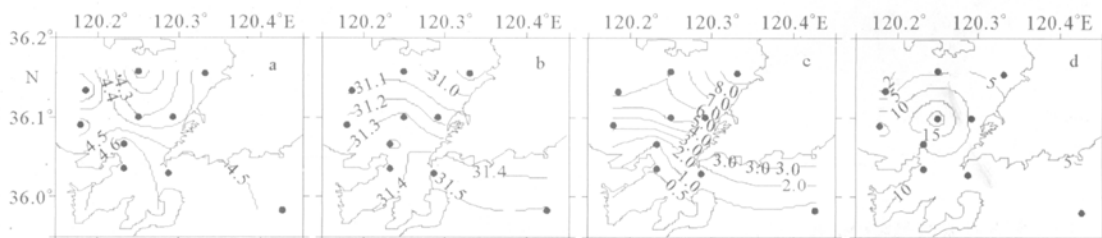


图 2 2001 年 2 月表层温度(°C) (a)、盐度(b)、叶绿素 *a* 浓度(μg/dm³) (c)和砂壳纤毛虫丰度(个/dm³) (d)的水平分布 (图中圆点是调查站位置)

Fig. 2 Horizontal distribution of surface temperature (°C) (a), salinity (b), chlorophyll *a* concentration (μg/dm³) (c) and abundance (ind/dm³) of abundant tintinnid (d) in February 2001. Dots in the figures indicating station positions

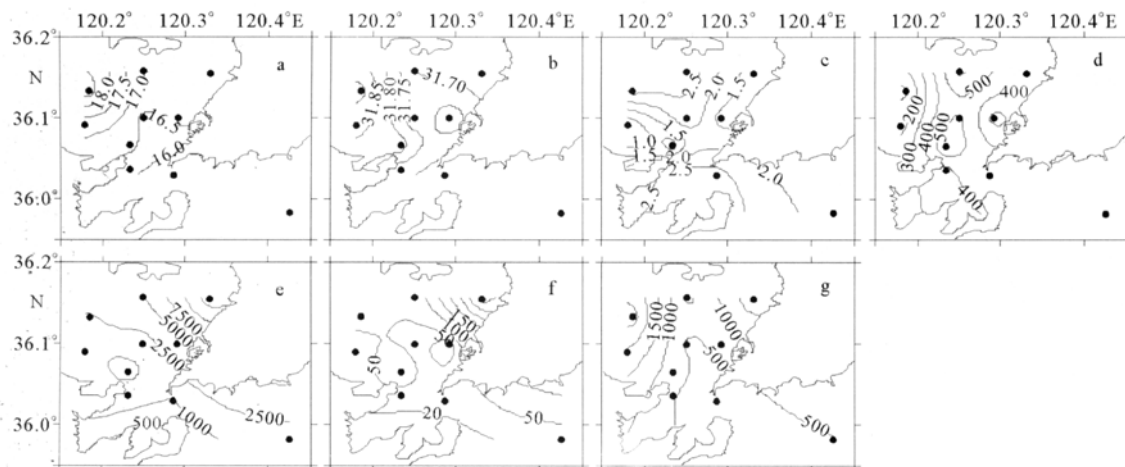


图3 2001年5月表层温度(°C) (a)、盐度(b)、叶绿素a浓度($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) (c)和水体砂壳纤毛虫丰度(个/ m^3 , *C. mobilis* 丰度单位是个/ dm^3) (d) *C. mobilis*; (e) *L. neriticus*; (f) *T. kofoidi*; (g) *F. campanula* 的水平分布(图中圆点是调查站位置)

Fig. 3 Horizontal distribution of surface temperature (°C) (a), salinity (b), chlorophyll a concentration ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) (c) and abundance (ind/ m^3 , the unit of *C. mobilis* is ind/ dm^3) of abundant tintinnids (d) *C. mobilis*; (e) *L. neriticus*; (f) *T. kofoidi*; (g) *F. campanula* in May 2001. Dots in the figures indicating station positions

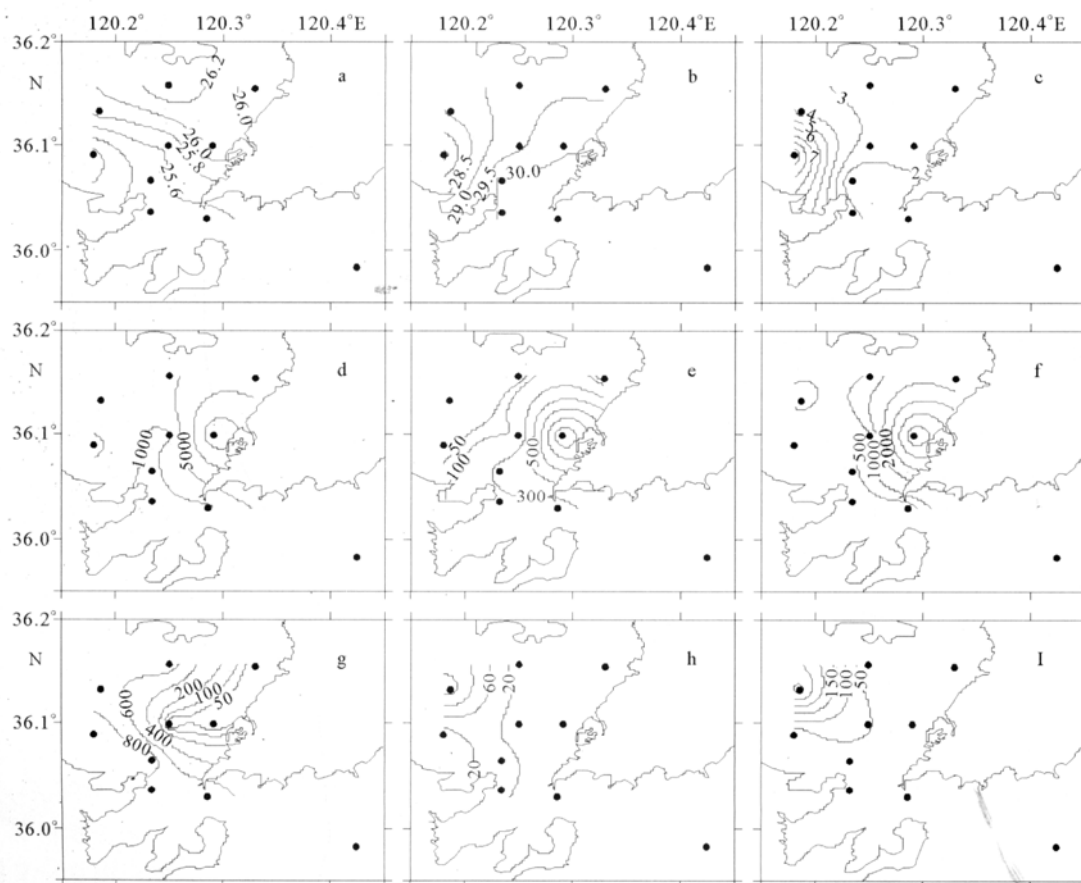


图4 2001年8月表层温度(°C) (a)、盐度(b)、叶绿素a浓度($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) (c)和水体砂壳纤毛虫丰度(个/ m^3) (d) *T. radix*; (e) *F. panamensis*; (f) *L. neriticus*; (g) *Stenosemella* sp.; (h) *L. nordqvisti*; (i) *T. gracilis* 的水平分布(图中圆点是调查站位置)

Fig. 4 Horizontal distribution of surface temperature (°C) (a), salinity (b), chlorophyll a concentration ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) (c) and abundance (ind/ m^3) of abundant tintinnids (d) *T. radix*; (e) *F. panamensis*; (f) *L. neriticus*; (g) *Stenosemella* sp.; (h) *L. nordqvisti*; (i) *T. gracilis* in August 2001. Dots in the figures indicating station positions

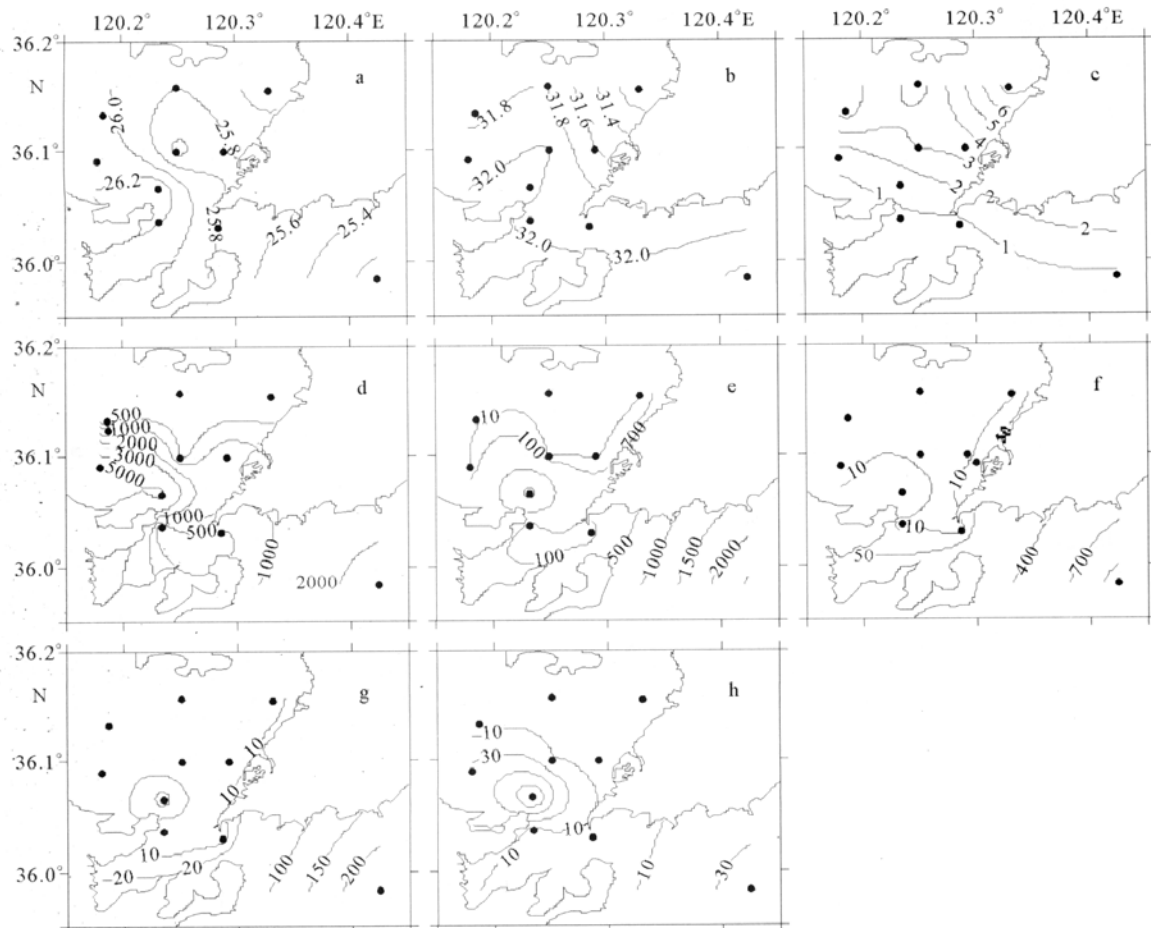


图6 2002年8月表层温度(°C) (a)、盐度(b)、叶绿素a浓度($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) (c)和砂壳纤毛虫丰度(个/ m^3) (d) *T. radix*; (e) *F. panamensis*; (f) *C. mobilis*; (g) *T. gracilis*; (h) *L. nordqvisti* 的水平分布(图中圆点是调查站位位置)

Fig. 6 Horizontal distribution of surface temperature (°C) (a), salinity (b), chlorophyll a concentration ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) (c) and abundance (ind/ m^3) of abundant tintinnids (d) *T. radix*; (e) *F. panamensis*; (f) *C. mobilis*; (g) *T. gracilis*; (h) *L. nordqvisti* in August 2002. Dots in the figures indicating station positions

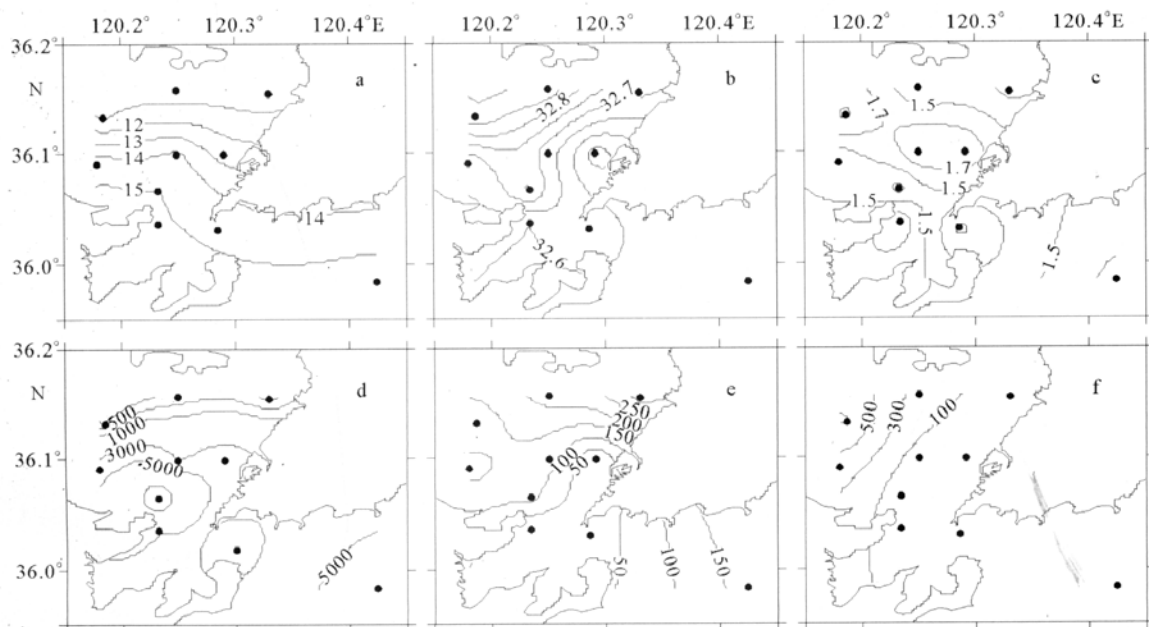


图7 2002年11月表层温度(°C) (a)、盐度 (b)、叶绿素a浓度($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) (c)和砂壳纤毛虫丰度(个/ m^3) (d) *C. ostensfeldti*; (e) *T. schotti*; (f) *L. neriticus* 的水平分布(图中圆点是调查站位位置)

Fig. 7 Horizontal distribution of surface temperature (°C) (a), salinity (b), chlorophyll a concentration ($\mu\text{g}/\text{dm}^3$) (c) and abundance (ind/ m^3) of some abundant tintinnids (d) *C. ostensfeldti*; (e) *T. schotti*; (f) *L. neriticus* in November 2002. Dots in the figures indicating station positions.

3 讨论

(1) 浅海Ⅲ型网的网目孔径 76 μm , 因此只有个体较大的种能被捕获, 本研究中得出的结果只是个体较大的砂壳纤毛虫的情况, 并不是砂壳纤毛虫群落结构的全貌。在网样中也有一些个体较小的种, 因为它们能穿过网目, 所以得出的丰度会是偏低估计。这些个体较小的种有 *C. parvicollis*(个体长度 60 μm)和 *T. beroidea*(个体长度 70 μm)。

个体较大的种, 其丰度往往很低, 例如本研究中大多数种的丰度小于 10000 个/ m^3 , 用采水样的方法可能采不到, 这时就必须使用网样。

(2) 在本调查中发现了 5 个新记录种: *C. ostenfeldi*、*T. schotti*、*L. neriticus*、*T. kofoidi*、*Stenosemella* sp.。*C. ostenfeldi* 在我国海南省附近海区(Nie *et al.*, 1947)和厦门(Wang *et al.*, 1932)有分布, *T. schotti* 在我国海南省附近海区有记录(Nie *et al.*, 1947), *L. neriticus* 和 *T. kofoidi* 在我国海区没有记录, 离我国最近的记录是在韩国 Chinhae Bay(Yoo *et al.*, 1988)。

(3) Pierce 等(1993)根据 1899—1992 年的 272 篇文献, 包括全球的 1400 多个站位的资料, 研究了全球砂壳纤毛虫的生物地理学, 将砂壳纤毛虫的 53 个属分为 6 种分布类型: 广布型(cosmopolitan)、近岸浅海型(neritic)、北半球型(boreal)、南半球型(austral)、温水型(warm water)、热带太平洋型(tropical pacific)。本次调查出现的属中, *Favella*、*Leprotintinnus*、*Metacylis*、*Stenosemella* 和 *Tintinnopsis* 属于近岸浅海型, *Codonellopsis* 和 *Eutintinnus* 属于广布型。

(4) 从本次调查可以看出, 胶州湾的砂壳纤毛虫在春季和夏季的特点最为突出, 春季丰度最大, 总丰度最大为 1740000 个/ m^3 , *C. mobilis* 和 *L. neriticus* 在两个春季都是优势种; 而夏季出现的种数最多, *T. radix*、*F. panamensis*、*T. gracilis*、*L. nordqvisti* 是在两个夏季都出现且丰度较大的种。砂壳纤毛虫群落在其他季节的特点不明显, 例如, 冬季航次中, 2001 年 2 月, 有明显的优势种, 而 2003 年 2 月, 就没有优势种。

张武昌等(2001a)采集水样研究的结果中, *C. mobilis* 在 1998 年 4 月和 1999 年 5 月出现的丰度分别为 140000 和 80000 个/ m^3 , 在其他季节低于 10000 个/ m^3 。这两个研究中 *C. mobilis* 丰度较大

的季节是一致的。

从每个种发生的时间看, 虽然 *C. mobilis* 和 *L. neriticus* 出现的季节较多, 但是其他的大多数种都是偶尔出现。由于航次之间的时间间隔太长, 不能对这些种的发生时间进行判断, 还有可能漏掉其他时间发生的种。在这几个航次中环境因子的变化是很大的, 例如温度的变化非常显著(2 月 3.87—4.72 $^{\circ}\text{C}$, 5 月 14.59—18.74 $^{\circ}\text{C}$, 8 月 25.11—26.39 $^{\circ}\text{C}$, 11 月 10.31—15.58 $^{\circ}\text{C}$)。大多数砂壳纤毛虫的发生具有明显的季节性, 往往是在短时间(2—3 个月)内大量发生, 然后迅速消失(Kamiyama *et al.*, 1996; Graziano, 1989; Krsinic, 1987)。本研究中由于采样间隔太长, 不能反映砂壳纤毛虫群落随环境变化的演替过程, 因此缩小胶州湾生态调查的采样时间间隔是很有必要的。

(5) 砂壳纤毛虫不同的种在胶州湾有不同的水平分布格局, 且呈明显的斑块分布。大部分种主要分布在湾内两侧, 如: 2001 年 5 月的 *F. campanula*、*L. neriticus*、*T. kofoidi*, 8 月的 *Stenosemella* sp.、*T. radix*、*L. neriticus*、*T. gracilis*、*L. nordqvisti* 和 *F. panamensis*; 2002 年 5 月的三个种, 8 月的 *T. radix*, 11 月的 *T. schotti* 和 *L. neriticus*。有的种沿湾中部分布, 如 2001 年 2 月的 *T. brasiliensis*, 5 月的 *C. mobilis*。有的种分布在湾口, 如 2002 年 8 月的 *T. gracilis* 和 *C. mobilis*。有的种在湾外 10 号站和 7 号站有分布, 而在两者之间的 8、9 号站出现丰度低谷, 如 2002 年 8 月的 *F. panamensis* 和 *L. nordqvisti*, 11 月的 *C. ostenfeldi*。

砂壳纤毛虫的这些分布格局可能与湾内和湾外水的交换有关。从表层温度和盐度的水平分布看, 湾内和湾外存在明显的温度和盐度梯度, 显示湾内海水和湾外海水混合的状况。在混合的过程中, 原来在湾内的种在湾内两侧混合较小的地方丰度较大, 而湾外海水中的种在湾口丰度和湾中部丰度较大, 形成后三种类型。有关砂壳纤毛虫水平分布格局及成因的报道很少见到, Cordeiro 等(1997)研究了北海砂壳纤毛虫的分布, 认为单个种的分布与北海的水团分布有关, 本文的结果也支持这个观点。

有的种丰度最大的地方与叶绿素 *a* 浓度的峰区是吻合的, 如 2001 年 8 月的 *Stenosemella* sp. 和 2002 年 5 月的三个种, 而其他种的丰度最大值并不出现在叶绿素 *a* 浓度最大的地方, 所以叶绿素 *a* 浓度不是决定砂壳纤毛虫发生的主要因素。

参 考 文 献

- 尹光德, 1952. 胶州湾砂壳纤毛虫之初步调查. 山东大学学报, 2: 36—56
- 尹光德, 1957. 胶州湾砂壳纤毛虫的三个新种. 山东大学学报, 2(4): 64—69
- 孙 军, Dawson J, 刘东艳, 2004. 夏季胶州湾微型浮游动物摄食初步研究. 应用生态学报, 15(7): 1245—1252
- 孙 松, 张永山, 吴玉霖等, 2005. 胶州湾初级生产力周年变化. 海洋与湖沼, 36(6): 481—486
- 张武昌, 王 荣, 2000. 渤海微型浮游动物及其对浮游植物的摄食压力. 海洋与湖沼, 31(3): 252—258
- 张武昌, 王 荣, 2001a. 胶州湾桡足类幼虫和浮游生纤毛虫的丰度与生物量. 海洋与湖沼, 32(3): 280—287
- 张武昌, 肖 天, 王 荣, 2001b. 海洋微型浮游动物的丰度和生物量. 生态学报, 21(11): 1893—1908
- 胡晓钟, 魏 军, 宋微波, 1999. 开放的海洋近岸水体中浮游原生生物的生态学. 见: 宋微波等著. 原生动物学专论. 青岛: 青岛海洋大学出版社, 297—324
- 赵三军, 肖 天, 李洪波等, 2005. 胶州湾异养细菌及大肠菌群的分布及对陆源污染的指示. 海洋与湖沼, 36(6): 541—547
- 徐奎栋, 洪华生, 宋微波等, 2001. 台湾海峡的砂壳纤毛虫研究. 动物分类学报, 26(4): 454—466
- Calbet A, Landry M R, 2004. Phytoplankton growth, microzooplankton grazing, and carbon cycling in marine systems. *Limnology and Oceanography*, 49(1): 51—57
- Cordeiro T A, Brandini F P, Martens P, 1997. Spatial distribution of the Tintinnina (Ciliophora, Protista) in the North Sea, spring of 1986. *Journal of Plankton Research*, 19: 1371—1383
- Graziano C, 1989. On the ecology of Tintinnids (Ciliophora: Oligotrichida) in the North Irish Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 29(3): 233—245
- Kamiyama T, Tsujino M, 1996. Seasonal variation in the species composition of tintinnid ciliates in Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea of Japan. *Journal of Plankton Research*, 18: 2313—2327
- Krsinic F, 1987. On the ecology of tintinnines in the Bay of Mali Ston (Eastern Adriatic). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 24(3): 401—418
- Liu H, Dagg M, 2003. Interaction between nutrients, phytoplankton growth and micro- and mesozooplankton grazing in the plume of the Mississippi River. *Marine Ecology Progress Series*, 258: 31—42
- Nie D, Cheng P, 1947. Tintinninea of the Hainan region. *Contr Biol Lab Sci Soc China. Zoological Series*, 16: 41—86
- Ota T, Taniguchi A, 2003. Standing crop of planktonic ciliates in the East China Sea and their potential grazing impact and contribution to nutrient regeneration. *Deep-Sea Research II*, 50: 423—442
- Pierce R W, Turner J T, 1993. Global biogeography of marine tintinnids. *Marine Ecology Progress Series*, 94: 11—26
- Suzuki T, Taniguchi A, 1998. Standing crops and vertical distribution of four groups of marine planktonic ciliates in relation to phytoplankton chlorophyll *a*. *Marine Biology*, 132: 375—382
- Wang C, 1936. Notes on Tintinninea from the Gulf of Pe-Hai. *Sinensia*, 7(3): 353—370
- Wang C, Nie D, 1932. A survey of the marine protozoa of Amoy. *Zoological Series*, 8: 285—385
- Yoo K, Kim Y, Kim D, 1988. Taxonomical studies on tintinnids (Protozoa: Ciliata) in Korean Coastal waters. 1. Chinhae Bay. *The Korean Journal of Systematic Zoology*, 4(1): 67—90
- Zhang W, Wang R, 2000. Summertime ciliate and copepod nauplii distributions and microzooplankton herbivorous activity in the Laizhou Bay, Bohai Sea, China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51(1): 103—114

SPATIAL DISTRIBUTION OF SOME LARGE TINTINNIDS (PROTOZOA, CILIOPHORA, TINTINNIDA) IN JIAOZHOU BAY

ZHAO Nan^{1,4}, ZHANG Wu-Chang^{1,2,3}, SUN Song^{1,2}, SONG Wei-Bo³,
ZHANG Yong-Shan^{1,2}, LI Guo-Min²

(1. Key Laboratory of Marine Ecology and Environmental Sciences, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071; 2. Jiaozhou Bay Marine Ecosystem Research Station, Qingdao, 266071; 3. Laboratory of Protozoology, Key Laboratory of Mariculture, Ocean University of China, Qingdao, 266003; 4. Graduate University of Chinese Academy of Science, Beijing, 100049)

Abstract Abundance and spatial distribution of tintinnid ciliates in Jiaozhou Bay, Qingdao, north China, were studied in several cruises in the year 2001 through 2003. Tintinnids were collected by vertical towing using shallow sea type III plankton net (open area 0.1 m², mesh size 76 μm) onboard of R/V *Kejiao II* in February, May and August 2001, May, August, November 2002 and February 2003, separately. Tintinnid species were identified according to Yin (1952), Nie *et al* (1947), Wang *et al* (1932) and Yoo *et al* (1988).

Temperature varied significantly in four seasons in the area: 3.87—4.72°C in February, 14.59—18.74°C in May, 25.11—26.39°C in August, and 10.31—15.58°C in November. Different species of tintinnids dominated in different seasons. The dominant species occurred in these cruises were: in February 2001: *Tintinnopsis brasiliensis* (1500—23900 ind/m³); in May 2001: *Codonellopsis mobilis* (80600—624000 ind/m³), *Leprotintinnus neriticus* (920—13842 ind/m³), *Favella campanula* (184—2728 ind/m³), *T. kofoidi* (0—368 ind/m³); in August 2001: *Stenosemella* sp. (0—982 ind/m³), *T. radix* (98—19114 ind/m³), *L. neriticus* (0—5932 ind/m³), *F. panamensis* (0—1318 ind/m³), *T. gracilis* (0—317 ind/m³), *L. nordqvisti* (0—158 ind/m³); in May 2002: *C. mobilis* (22400—1567500 ind/m³), *L. neriticus* (900—96300 ind/m³), *C. parvicollis* (0—75600 ind/m³); in August 2002: *F. panamensis* (0—2604 ind/m³), *C. mobilis* (0—992 ind/m³), *T. gracilis* (0—256 ind/m³), *L. nordqvisti* (0—102 ind/m³), and in November 2002: *C. ostefeldi* (0—13003 ind/m³), *L. neriticus* (0—713 ind/m³), *T. schotti* (0—316 ind/m³). The abundance of tintinnids was below 50 ind/m³ in February 2003.

Tintinnid assemblies in Mays of both 2001 and 2002 were featured by high abundance (maximum 1740000 ind/m³), and the dominant species were *C. mobilis* and *L. neriticus*. The largest number of species appeared in Augusts of both 2001 and 2003 with dominating *T. radix*, *F. panamensis*, *T. gracilis*, *L. nordqvisti*. Five species (*C. ostefeldi*, *T. schotti*, *T. kofoidi*, *L. neriticus*, *Stenosemella* sp.) were found to be new records in this area. Ecological data indicated that different spatial distribution patterns might be related to water exchange inside and outside of the bay. Chlorophyll *a* concentration was not the key factor influencing the occurrence of tintinnids.

Key words Tintinnid ciliates, Abundance, Horizontal distribution, Jiaozhou Bay