

双核平腹虫(新种)的研究及 平腹虫属的修订*

宋微波

(青岛海洋大学水产学院 266003)

提要 于1991年4,5月在山东潍坊一对虾育苗池中发现一小型盾纤目纤毛虫,经鉴定确定为一新种——双核平腹虫 *Homalogastra binucleata* nov. sp.。借助各银染法及生物统计学方法对其分类及形态学特征作了描述。新种的特点为:体呈倒梨形;胞口位于体后半部;约16列体纤毛,其第*n*列贯穿尾极后交于背方第8,9列纤毛间;具独特的两个大核。鉴于该属系国内首次报道,同时由于迄今对本属描述所存在的混乱,文中另对平腹虫属的定义、系统地位及与相近种属的关系做了补充和探讨,将其同物异名圆尾虫属(*Urocyclon*)并入本属并由此建立起两个新组合 *Homalogastra filificum* nov. comb., *H. chesapeakeensis* nov. comb.。

关键词 海洋纤毛虫 盾纤目 新种 双核平腹虫

盾纤目纤毛虫是一类小型、自由生活的原生动物,广泛见于各种富营养化的水环境中。在海珍品养殖和育苗水体中常大量发生并导致水质恶化。其中极少数种类还可行兼性寄生生活,因而成为水产养殖业的重要病害原虫之一。本文系对该目中一新种,双核平腹虫 *Homalogastra binucleata* nov. sp. 的形态分类学报道,以期为该类水体中病害纤毛虫区系研究提供基础性资料。

1 材料与方法

标本系于1991年4,5月间自山东潍坊一对虾育苗池中借用PFU法采得。研究方法详见 Song (1990), Wilbert (1975) 和 Corliss (1953); 分类系统依据 Corliss (1979)。

模式标本共8号, SW-91-01—08, 保存于青岛海洋大学水产学院动物室。

2 结果

2.1 平腹虫属的系统地位 根据 Corliss (1979) 的分类系统平腹虫属应隶属于:

寡膜纲 Oligohymenophora de Puytorac et al., 1974

盾纤目 Scuticociliatida Small, 1967

尾丝虫科 Uronematidae Thompson, 1964

平腹虫属 *Homalogastra* Kahl, 1926

同物异名: 圆尾虫属 Syn. *Urocyclon* Small & Lynn, 1985。

* 国家自然科学基金资助项目, 39000011号。

水样标本由张道波先生协助采集, 深志谢意。

收稿日期: 1991年7月12日; 接受日期: 1992年4月18日。

2.2 新种描述 双核平腹虫,新种 *Homalogastra binucleata* nov. sp. (图 1—4,表 1)

虫体活体呈倒梨形,长×宽约 25—40μm×15—20μm,外形稳定;侧面观背腹不对称,腹部额区隆起,至口部凹入;背面均匀膨出。体纤毛密布,12—15μm 长,呈子午线排列并在虫体顶部形成一平截态的裸毛区 (NF); 虫体横断面外周轮廓相应于纤毛着生部位略作缺刻状凹入;尾纤毛一根,约 20—25μm 长。表膜薄,活体时看不到射出体;内质无色透明,在大核部位常形成一清亮区。单一伸缩泡,较小,于尾部端位,通常 5—10s 排空一次。

本种纤毛图式十分稳定,蛋白银染色结果显示(图 2),每条体毛基索 (SK) 的前部均由双毛基单元组成(相应的纤毛也是两、两排列);在前、后端分别形成裸毛的顶区和尾区,尾极处另有一由 3 个毛基体组成的尾毛复合体 (CCo), 并由此发出一根长的尾毛 (CC) (图 1)。口区于腹面前端,约占体长的 2/3。口区小膜 1(M₁) 约由排成单行的 6 个毛基体构成;小膜 2(M₂) 与小膜 1 约等长,由 2—3 列毛基体构成,整体观近长方形(图 2);小膜 3(M₃) 近扁方形,紧靠于 M₂ 之后,含 4 列毛基体。口侧膜 (PM) 起自 M₂ 的前端右侧,其上毛基体排成不明显的锯齿状,沿口区右缘后行止于胞口后方。胞口位于虫体

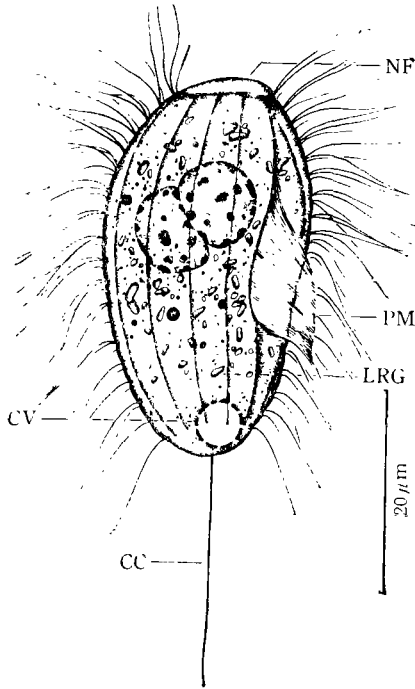


图 1 双核平腹虫(新种)的活体观
Fig. 1 *Homalogastra binucleata* nov. sp. *in vivo* (CC. caudal cilium; CV. contractile vacuole; LRG. light reflected granulars; NF. naked field; PM. paroral membrane)
CC. 尾纤毛; CV. 伸缩泡; LRG. 折光颗粒; NF. 裸毛区; PM. 口侧膜。

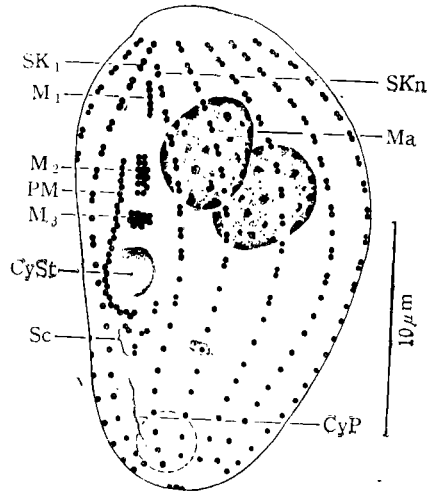


图 2 双核平腹虫(新种)的侧一腹面观 (蛋白银染色标本)
Fig. 2 *Homalogastra binucleata* nov. sp., lateral-ventral view, after protargol impregnated specimens (CyP. cytopyge; CySt. cytostome; M1—M3. membranella 1—3; Ma. macronucleus; Sc. Scutigerium; SK₁—SK_n. somatic kinety 1, n)
CyP. 胞肛; CySt. 胞口; M₁—M₃. 第 1—3 小膜; Ma. 大核; Sc. 盾纤毛片; SK₁—SK_n. 第 1, n 毛基索。

后 2/5 处,蛋白银制片常显示不出。盾纤毛片 (Sc) 分成 4 组,每组均由一对毛基体构成。胞肛 (CyP) 狭缝状,于盾纤毛片之后。大核 (Ma) 近球形,两枚,紧密相靠,其染色质仅

分布于核表面。小核观察不到,可能夹于大核间。

银线系无明显特征(图 3(a),(b)),直接银线贯穿每条毛基索,其间在前部另有不规则的横向联络。活体或蛋白银染色所不可见的射出体结构(Ex)遍布于体表,通常略偏出体毛基索。间接银线(InSL)构成稍扁的方格状(图 3(a)中仅示其一部分)。胞肛此时可见具锯齿状边缘,借一短的银线与第 1 体毛基索(SK₁)相联(图 3(a),(b))。尾部银线构造如图 3b 所示,第 *n* 条毛基索(图中为 16)经开放的尾极环贯穿尾毛复合体(CCo)于背方,终止于第 8,9 毛基索间。此外,偶见另有一短的银线由 CCo 发出,伸向第 5 毛基索方向。在第 2 毛基索基部可见到圆形的伸缩泡开孔 CVP(图 3(b))。

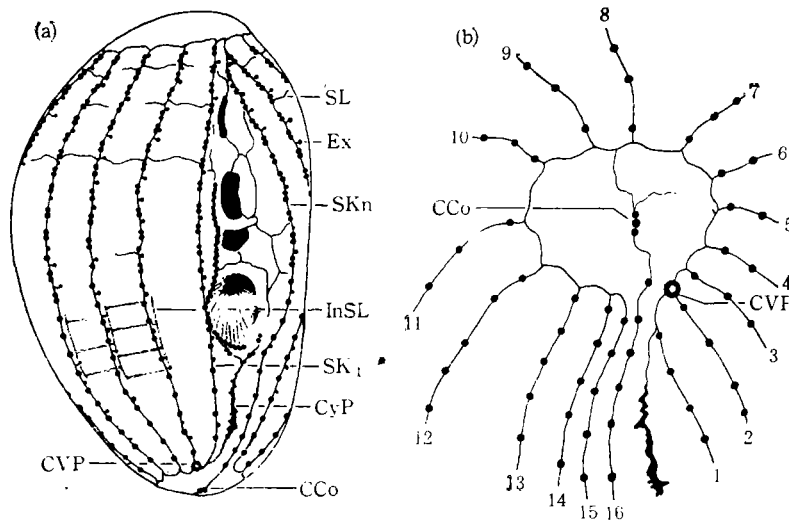


图 3 双核平腹虫(新种)的银线系 (a) 及尾部结构 (b) (银浸制片标本)

Fig. 3 *Homalogastra binucleata* nov. sp., showing the silverline system (a) and caudal view (b), after wet silver impregnated specimens (CCo. caudal cilium complex; CVP. contractile vacuole pore; Ex. extrusomes; InSL. indirect silverline system; SL. silverline)

CCo. 尾毛复合体; CVP. 伸缩泡开孔; Ex. 射出体; InSL. 间接银线系; SL. 银线。

本种运动极具特色,在自然水体中常集聚于水底沉积物上,以尾部分泌的粘丝作临时性附着(图 4(b)),此时看上去虫体借尾纤毛与粘丝相联,虫体即以固着点为中心做圆锥形的旋转(图 4(a))。当受到惊扰时虫体会脱离粘丝而自由游动,此时运动迅速,为连续性的绕自身长轴不断旋转的直线游动。有时当水体中细菌大量繁殖时(如在培养中),大量虫体汇集成云雾状悬浮于水中,此时虫体体纤毛不断摆动以维持其在空间的相对静止位置及摄食。

2.3 生态特征 采集水体的生境为: 水温 19—22℃, pH = 7.8—8.0, 盐度约 24。实验室条件下,虫体密度与细菌数量呈正比,水温超过 23℃ 时则趋于消失。采样中发现,虫体除丛集在对虾育苗池中沉积下的有机碎屑上外,在死亡的虾苗体内浅表部位亦可见其分布,但在较封闭的附肢末端则极罕见。制片显示,虫体内食物组成仍是细菌,因此可以假定,上述现象系缘自死亡的虾苗引起细菌繁殖,进而招致了以细菌为食的纤毛虫的侵入。

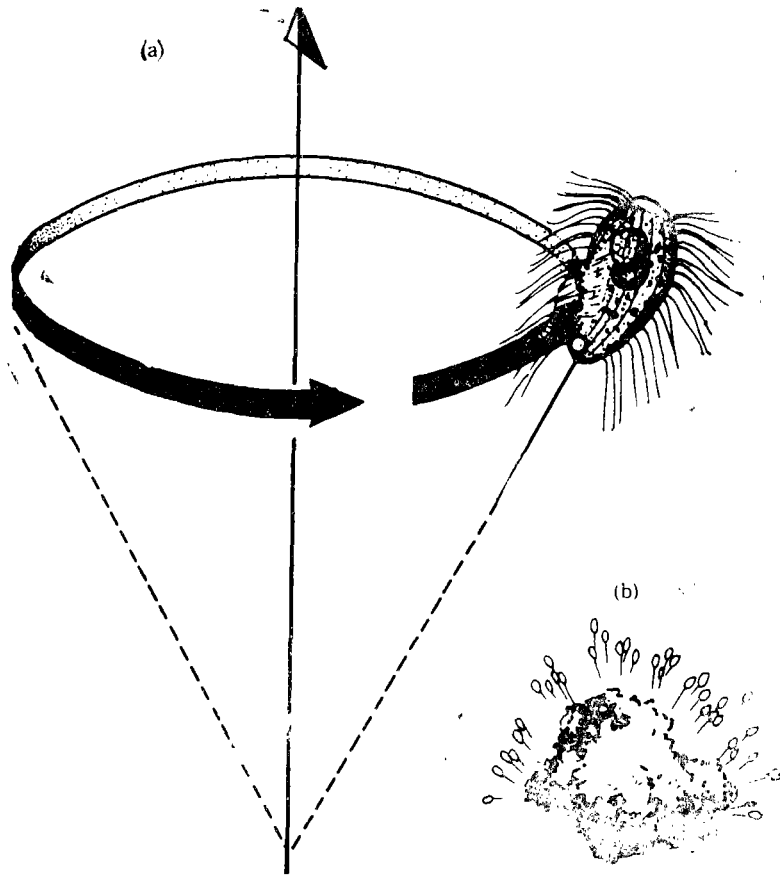


图 4 双核平腹虫(新种)的运动模式 (a) 虫体丛集于沉积碎屑上的情形 (b)
 Fig. 4 Schema of the movement (a) and individuals on the detritus
 (b) of *Homalogastra binucleata* nov. sp.

3 讨论与结论

3.1 平腹虫属的鉴别特征 因研究手段的限制, Kahl (1926) 在建立本属时仅通过活体观察对其定义做了非常模糊的描述: 个体极小, 断面呈圆形, 胞口位于体后 1/4 处, 体纤毛略作螺旋状排列, 后部一条尾纤毛。有关其银线系统和纤毛图式, 国外近 30 年来虽有不少报道 (Borrer, 1972); Dragesco & Dragesco-Kernéis, 1986; Foissner et al., 1982; Nissen, 1984), 但对本属重要特征之一的第一小膜之形态结构一直存在不同的争议。本研究支持 Foissner 等(1982) 的观点, 据此并结合前人的工作提出修订的鉴别特征如下: 虫体卵圆形、纺锤形或近梨形, 胞口位于体后半部腹面浅的口凹内; 小膜 1 仅含单列毛基体, 等于或短于小膜 2; 口侧膜起于小膜 2 之中或前部; 体纤毛匀布, 子午线方向排列, 尾纤毛存在; 具 1—2 个球形大核。

3.2 平腹虫属的分类地位 在尾丝虫科中, 胞口位于体后半部的目前有 3 个属: 足尾虫属 *Uropedalium* Kahl, 1928, 平腹虫属 *Homalogastra* Kahl, 1926 和圆尾虫属 *Urocyclon* Small & Lynn, 1985。其差别在于足尾虫属的 M_1 极发达, 口侧膜较短, 起

表 1 双核平腹虫(新种)的统计学特征

Tab. 1 Biometrical characterization of *Homalogastra binucleata* nov. sp. (The data are based on protargol impregnated specimens; Measurements in μm ; Max. maximum; Min. minimum; \bar{x} . arithmetic mean; SD. standard deviation; SE. standard error of the arithmetic mean; Vr. coefficient of variation in %; n. sample size)

特 征 Character	最小值 Min	最大值 Max	平均值 \bar{x}	方差 SD	平均值的 标准误 SE	变异 系数 Vr	标本 数目 n
体 长 Body length	18	31	25.8	12.40	2.71	48.1	21
体 宽 Body width	11	15	12.6	1.31	0.33	10.4	16
大核长 Length of macronucleus	5	8	6.4	0.89	0.25	13.9	16
大核宽 Width of macronucleus	4	6	5.1	0.68	0.17	13.4	16
口区长 Length of buccal field (from the anterior end of M_1 to the posterior end of PM)	10	16	12.4	1.50	0.38	12.1	16
体毛基索数目 No. of somatic kineties	16	17	16.1	0.25	0.06	1.5	16
第 1 体毛基索中毛基体数目 No. of basal bodies in somatic kinety 1	17	20	18.1	0.83	0.22	4.6	14
第 n 列毛基索中毛基体数目 No. of basal bodies in somatic kinety n	19	22	20.6	0.94	0.25	4.7	14
大核数目 No. of macronuclei	2	2	2	0	0	0	>100
小膜 1 中的毛基体数目 No. of basal bodies in membranelle 1 (M_1)	6	6	6	0	0	0	11

自 M_2 的后部并深陷于囊袋状的口凹内 (Borror, 1963)。而后两属 M_1 均较退化, 口侧膜则较长, 起于 M_2 之中或前部。因此在上述三属中, 足尾虫属的定义和分类地位比较明确。

平腹虫属的纤毛图式最先由 Buitkamp (1977) 所描述。他在研究该属模式种 *H. setosa* Kahl, 1926 时发现, 该种之 M_1 由两列共 6 个毛基体构成, 虫体左侧后 1/4 区域裸露无毛。据此 Small 和 Lynn (1985) 将所有“体左侧后 1/4 区域具毛”的种类组合到一新属 (圆尾虫属) 中。自 Buitkamp 之后, Dragesco & Dragesco-Kernéis (1986), Foissner (1982), Nissen (1984) 等对 *H. setosa* 的形态学做了研究, 结果均表明, 原报道中所谓“左侧体后 1/4 区域裸露无毛”这一特征当出自观察错误。因而由 Small 等基于上述特征而建起的新属 *Urocyclon* 应为平腹虫属的同物异名。属内原有的两个种: 丝状圆尾虫 *Urocyclon filificum* (=丝状尾丝虫 *Uronema filificum* Kahl, 1931) 和凯峰圆尾虫 *U. chesapeakensis* (Small & Lynn, 1985) 均应隶属于本文所修订的平腹虫属, 即为 *Homalogastra filificum* nov. comb., *H. chesapeakensis* nov. comb.。

目前尚存争议的是平腹虫的 M_1 之确切结构, Nissen (1984) 在其采自澳大利亚土壤中的丝状尾丝虫 (即丝状平腹虫) 的标本中也发现了类似 Buitkamp 的虫体所具有的特征: M_1 由两列各 3 个毛基体组成。但此点与 Foissner 等 (1982) 和 Blattner 等 (1988) 的观察不同, 后两者的研究都表明, 分裂间期的虫体之 M_1 为单列毛基体结构, 仅含两个

表 2 双核平腹虫(新种)及相近种的比较

Tab. 2 Comparison of *Homalogastra binucleata* nov. sp. with related species investigated with silver techniques (All measurements in μm ; BB, basal bodies; M_1 , membranelle 1; Ma, macronucleus; SK, somatic kintety)

种 名 Species	体长 Length (μm)	体毛基 索列数 No., SK	大核数目 No., Ma	小膜 1 特征 Character of M_1	生 境 Habitat	作 者 Author
双核平腹虫 <i>H. binucleata</i> nov. sp.	25—40	16—17	2	6 个毛基体呈单列 6 BB in one row	海洋 marine	本作者 original
丝状平腹虫 <i>H. filificum</i> (Kahl, 1931)	ca. 30	18	1	6 个毛基体呈单列 6BB in one row	咸水 salt water	Wilbert et al., 1981
(formerly <i>Uronema filificum</i> Kahl, 1931)	22—42 27—32	16—19 16—17	1 1	同上 as above 6—7 BB in one row	海洋 marine marine	Thompson et al., 1968 Borror, 1972
多毛平腹虫 <i>H. setosa</i> (Kahl, 1926)	20—30 30—35 15—30	11—13 13—14 12	1—2 1 1	6 个毛基体呈双列 6BB in 2 rows 同上 as above 2 个毛基体呈单列 2 BB in one row	土壤 soil soil soil	Buitkamp, 1977 Nissen, 1984 Foissner et al., 1982
凯峰平腹虫 <i>H. chesapeakeensis</i> (Small & Lynn, 1985)	?	ca. 22	1	多个毛基体(?)呈单列 ? BB in one row	海洋 marine?	Small & Lynn, 1985
梨形尾足虫 <i>Uropetalium pyriforme</i> Kahl, 1928	19—22	14	1	6 个毛基体呈单列 6 BB in one row	海洋 marine	Borror, 1963

远远分离的毛基体;进入分裂前期, M_1 由单列变为双列。在对本新种的研究中,作者也注意到,所有分裂间期的虫体之 M_1 均稳定地保持着单列结构。因此作者赞成 Foissner 等(1982)的推测,即 Buitkamp 等所描述的个体已进入分裂初期,或出自观察错误,因该类虫体个体极小,在制片染色质量不佳时很易产生观察上的错觉。

3.3 与相近种的比较 在平腹虫属中,经新近研究所确认的,包括上述两个新组合在内共有 3 种(表 2)。其中多毛平腹虫和凯峰平腹虫因具完全不同的口器结构而易于与本新种相区别。从形态特征及生境和运动方式上看,丝状平腹虫与本种极相似,它们之间的差异在活体观察水平上无法辨出。但对其银线系统和核器的比较研究表明,二者无疑是两个独立的种。作者观察了超过 100 个的虫体,双核平腹虫全部具有两个大核;同时,本新种的第 n 列体毛基索在尾极背方与第 8, 9 列相交(表 2),而丝状平腹虫则恒定地相交于第 11 体毛基索上(Thompson et al., 1968; Wilbert et al., 1981),这也是一十分可靠的分类指征。因此有理由推测,双核平腹虫与发现于大西洋两岸的丝状平腹虫具有较近的亲缘关系,这尤其表现在其活体外形及运动特征上,后者通常也借助尾部的粘丝而行暂时性的附着生活。

鉴于本文所研究的平腹虫与近似种有明显的不同特征,故此可确定为双核平腹虫新种 *Homalogastra binucleata* nov. sp.

参 考 文 献

- Blatterer, H. & Foissner, W., 1988, Beitrag zur terricolen Ciliatenfauna (Protozoa: Ciliophora) Australiens. *Stappia*, **17**: 1—84.
- Borror, A., 1963, Morphology and ecology of the benthic ciliated protozoa of Alligator Habor, Florida, *Arch. Protistenkd.*, **106**: 465—534.
- Borror, A., 1972, Tidal marsh ciliates (Protozoa): morphology, ecology, systematics, *Acta Protozool.*, **10**: 29—71.
- Buitkamp, U., 1977, Die Ciliatenfauna der Savanne von Lamto (Elfenbeinküste), *Acta Protozool.*, **16**: 249—276.
- Corliss, J. O., 1953, Silver impregnation of ciliated Protozoa by the Chatton Lwoff technic, *Stain Tech.*, **38**: 97—100.
- Corliss, J. O., 1979, The Ciliated Protozoa, Characterization, Classification and Guide to the Literature, 2 ed, Pergamon Press (New York), 455pp.
- Dragesco, J. & Dragesco-Kernéis, A., 1986, Ciliés libres de l'Afrique intertropicale, *Faune Tropicale*, **26**: 1—559.
- Foissner, W., et al., 1982, Morphologie, Infraciliatur und Silberliniensystem einiger wenig bekannter Scuticociliatida, *Zool. Jb. Syst.*, **109**: 443—468.
- Kahl, A., 1931, Urtiere oder Protozoa I. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 2. Holotricha, *Tierwelt Dtl.*, **21**: 181—398.
- Nissen, R., 1984, Taxonomische und ökologische Untersuchungen an Ciliaten aus Salzböden, Diplomarbeit (Bonn), 102pp.
- Small, E. B. & Lynn, D. H., 1985, An Illustrated Guide to the Protozoa, Phylum Ciliophora, eds Lee, J. J., Hutner, S. H. & Bovee, E. C., Lawrence, Kansas, pp. 393—575.
- Song, W., 1990, Infraciliature and silverline system of the ciliate *Pseudotrachelocerca irepida* (Kahl, 1928), nov. gen., nov. comb., and establishment of a new family, the Pseudotrachelocercidae nov. fam. (Ciliophora, Haptoria), *Europ. J. Protistol.*, **26**: 160—166.
- Thompson, J. C. & Kaneshiro, E. S., 1968, Redescription of *Uronema filificum* and *U. elegans*, *J. Protozool.*, **15**: 141—144.
- Wilbert, N., 1975, Eine verbesserte Technik der Protargolimpregnation für Ciliaten, *Mikrokosmos*, **6**: 171—179.
- Wilbert, N. & Kahan, D., 1981, Ciliates of Solar Lake on the Red Sea Shore, *Arch. Protistenkd.*, **124**: 70—95.

STUDIES ON THE MORPHOLOGY OF *HOMALOGASTRA BINUCLEATA* NOV. SP. AND THE CONTRIBUTION TO THE GENUS DIAGNOSIS (CILIOPHORA, SCUTICOCILIATIDA)

Song Weibo

(College of Fisheries, Ocean University of Qingdao, 266003)

ABSTRACT

The morphology, infraciliature and silverline system of a new marine scuticociliate, *Homalogastra binucleata* nov. sp. from Weifang, Shandong Province, China in April and May, 1991, are described.

Diagnosis of new species: Small to medium size, pear-shaped marine *Homalogastra in vivo* ca. 25—35 μm \times 12—20 μm , with 2 macronuclear segments; contractile vacuole opening at the end of the 2nd kinety, caudal cilium often connected with a thread of mucus, with which the animals attach themselves to detritus; ca. 16 somatic kineties; direct as well as check-like indirect silverline system typical of the genus, the basal-body-complex opens into the posterior circular fibril between meridians 8 and 9.

Remarks: As compared with its closely related species, *H. filificum* (KAHL, 1931) nov. comb., the new species is characterized by the following peculiarities: 1) it always has two macronuclear segments, and 2) the location of the last meridional silverline (SK_n) at the posterior end, which passes across the caudal pole and joins the circular fibril between kineties 8 and 9 but not between 11 and 12 (Fig. 4).

Type specimens: One slide of holotype specimens and 4 slides of paratype specimens are deposited in the Laboratory of Protozoology, College of Fisheries, Ocean University of Qingdao.

Behaviour and ecology: In fresh collections and in cultures the animals tend to swim near the bottom of the dish and are, occasionally, suspended in great abundance in the water. On the bottom animals are often connected by a fine thread (through the caudal cilium) with the detritus and like that of *H. filificum*, revolving about the point of attachment. The species was collected from a marine shrimp farming pond in Weifang on the Bohai coast. Ecological characters: salinity about 24, pH 7.8—8.0, water temperature 19—22°C.

By lack of feature "rear left 1/4 of body unciliated", the genus *Urocyclon* Small & Lynn, 1985 should be considered as a junior synonym of *Homalogastra*. Hence, two new combinations can be established: *H. filificum* (formerly *Urocyclon filificum* = *Uronema filificum*, KAHL, 1931) nov. comb., *H. chesapeakeensis* (formerly *Urocyclon chesapeakeensis*, Small & Lynn, 1985) nov. comb..

Key words Marine ciliate Scuticociliatida *Homalogastra binucleata*