

# 烟台、威海鮭魚漁場及其附近海区角毛硅藻屬\*的研究

## I. 分类的研究\*\*

朱树屏 郭玉潔

(水产部黄海水产研究所, 中国科学院海洋生物研究所)

### 前 言

从1949年以来,在我国渤海、黄海及东海各漁場調查所得的浮游生物标本看来,角毛硅藻屬在种类及个体的数目上在这些海区都占有極重要的位置。它們在海水中的分布及季节变异情况都和海况及漁况有一定的关联。但直至目前,我国漁場的角毛硅藻只在种类方面有一点零星記載,还沒曾有过比較詳細的研究。因此著者願把在烟台、威海鮭魚漁場及其附近海区,自1953至1955年三年間漁場定站調查和一年多的逐月采集所得的角毛硅藻屬材料,在分类及生态两方面的研究結果先發表出来。就正于和这方面有关系的科学工作者。

#### 一、烟台、威海鮭魚漁場及其附近海区角毛硅藻屬的分类

浮游硅藻的鑒定多須依据精細的結構,一般說来是比較困难些。角毛硅藻又是浮游硅藻中最難鑒定中的一屬。同一种的角毛硅藻在不同海区、不同季节中,构造及形态并不完全相同。在文献中(包括各国权威的著作在內)还存在着一些描述不够明确和互相矛盾的地方。甚至原始文字的描述与所繪圖形也有不一致的。这就使鑒定工作增加了一些困难。如果种类的鑒定不能准确,則各种在空間和時間的分布上就难免有些混淆,势必增加在生态方面研究工作的困难和降低研究結果的可靠性。因此我們就对这个鑒定比較困难而且目前情况尚有些紊乱的角毛硅藻屬首先在分类方面下了一些工夫,作为着手生态研究的第一步。

分类这部分的文字描述和插圖都是根据著者实际观察的結果。对目前文献中在鑒

\* 硅藻(Diatom, Bacillariophyceae)亦即“矽藻”,因其細胞壳中含硅(Silicon)元素而得名。硅元素本名“矽”故过去称“矽藻”。后因“矽”与“錫”同音,1957年中国科学院編譯出版委员会名詞室通知将“矽”元素名改訂为“硅”(化学通报,1957年1月号,第70頁),因此本文将“矽藻”改称“硅藻”。

\*\* 黄渤海經濟魚类資源調查委员会,烟台鮭魚漁場調查浮游生物研究报告,第2号,水产部黄海水产研究所調查研究报告第17号。中国科学院海洋生物研究所調查研究报告第41号。

定方面尚有些混淆的种类,凡能經過研究大量标本而得到确証或否定的,在本文中都以肯定或校正。此外还有極少数的种类,虽文献中有人曾定为新种、变种或型,但据我們研究过的材料表示可能是由于不同环境条件而發生的不同生态型式。对此我們正进行着純种培养来研究解决,結果当另文报告。

此屬在浮游硅藻中在种类和个体数量方面都是最大的一屬。除極少数种类(如 *Ch. Mülleri*, *Ch. Wighamii*, *Ch. Elmorei*)曾在淡咸水或內陆水域中發現外,皆仅發現于海洋中。在Mills(1933)的硅藻目录中記載了直到1932年所刊布的种名298个,中有159个是同物的异名。此屬硅藻在中国近岸海区,曾經有过記載的共37种,按照产地来分是:青島16种(金德祥,1939 a;李冠国,黄世攻,1956)、浙江11种(Petit, 1880; Gee, 1926; Sproston, 1949)、福建22种(金德祥,1951 b)、台灣3种(Schröder, 1906; Ikari, 1926; 金德祥,1939)、香港7种(Lauder, 1864)(見附表3)。本文研究的烟、威漁場及附近海区角毛硅藻屬共31种,和1变种,有15种在中国沿海是新記錄。

文末所載的引用文献都是曾經对照着我們的具体材料仔細研究过的。有的我們只参考了其他文献中的引証,而未能看到原文,这都用“\*”号标出。解放后我們开始作这项研究时,在文献方面没有什么基础。数年来在中国科学院的支持和一些有关机构的协助下,对国内外有关文献的搜集有了一定的收获,使这项研究得以順利进行。但我們在搜集文献这方面作的仍是不够,因此有关角毛硅藻的著作,可能还有我們不知道的,这就难免使本文的質量受到一定的影响。敬希讀者不吝指正。

## 1. 材料及方法

本报告所研究的材料有烟、威鮎魚漁場(烟台至威海附近一段海区的鮎魚漁場)标本742份及烟台沿岸标本49份。烟、威鮎魚漁場的标本是1954和1955年鮎魚漁汛期間及其前后(4月末至6月末)进行漁場調查时,在42个观测站出海11次用国际标准20号篩絹制的口径50厘米的閉鎖式采集网,自水底至表面垂直采集及历次分層采水500毫升沉淀后所得之浮游植物标本。沿岸的标本是自1954年3月至1955年6月,每隔10日左右,在烟台市区沿岸或芝罘島小山子以东,以国际标准20号或25号篩絹制的閉鎖式采集网和小型韓生网(Hensen net),自水底至表面垂直采集及水平拖网,連續16个月所得之浮游植物标本。其中17份系烟台水产学校所采集,特此志謝。

这些材料在研究时一部是活的、新采集的标本和培养的标本,一部是固定后保存和染色制片的标本。观察新鮮标本时,除不加处理观察活細胞外,尚用鐵酸蒸气及甲烷綠(Methyl green)显示細胞内含物的結構。固定主要用5%福尔馬林(Formalin)。观察細胞核及染色体等細胞内含物的染色制片,多用Schaudinn氏溶液或5%福尔馬林固定,以鉄苏木精染色,以苦味酸飽和水溶液退色,脫水后用安息香油(Styrax)或加拿大树脂

(Canada balsam)封藏。观察細胞壳上及角毛上的微細构造时，則先将标本进行干燥处理。

报告中所描述各种类型形的大小范围，系依据著者实际研究的标本而言，他处之記載与此标本相差較大者，均附記于括号內，以供参考。所引用的同物异名都是在各書中所最常見的，較生僻的都略去。各圖都是按照标本，以显微鏡描圖器所繪之原圖。由郭玉潔繪圖并上墨，圖上之小比例尺代表 10 微米。

### II. 一般形态

本文目的不是在形态方面，但分类及生态的研究都离不开形态。为便于讀者参考計，特将此屬硅藻与分类有关的一般形态及名詞含义先作下列的簡要叙述。前人著述中意見不同或欠妥之处，經研究后依实际結果加以肯定或校正。

1. 細胞壳 角毛硅藻屬的細胞壳(Theca)也和其他硅藻一样，成自硅質及果胶質(Pectin)，分为上壳(Epitheca)和下壳(Hypotheca)。上、下壳都有壳面(Valve)和壳套(Valve mantle)两部。壳面和壳套間無縫隙。上、下两壳的壳套各与一連結带(Connecting band)相連接，連接處常形成一深淺不同的凹沟(圖 A-a, c)。此凹沟的深淺程度或能否辨認也是此屬硅藻辨別种类的要點之一。两壳的連結带重叠相套，合称环带(Girdle, 圖 A-a, c)。極少数的种类的壳套和連結带之間，还生着几条环狀的間插带(Intercalary band, 圖 A-b)。

环带的橫切面普通为橢圓形，故就細胞側面观察时，可看到寬环带面(Broad girdle view)，簡称“寬环面觀”或“寬环面”，圖 A-a, b)和窄环带面(Narrow girdle view，簡称“窄环面觀”或“窄环面”，圖 A-c)。从寬环面看，在細胞的四角各生一长毛(Seta, Awn, 或 Bristle)，故称角毛硅藻(*Chaetoceros*)。

壳面为橢圓形或几成圓形。故壳面有长(或縱)軸(Apical axis 圖 A-a, d) 及短(或

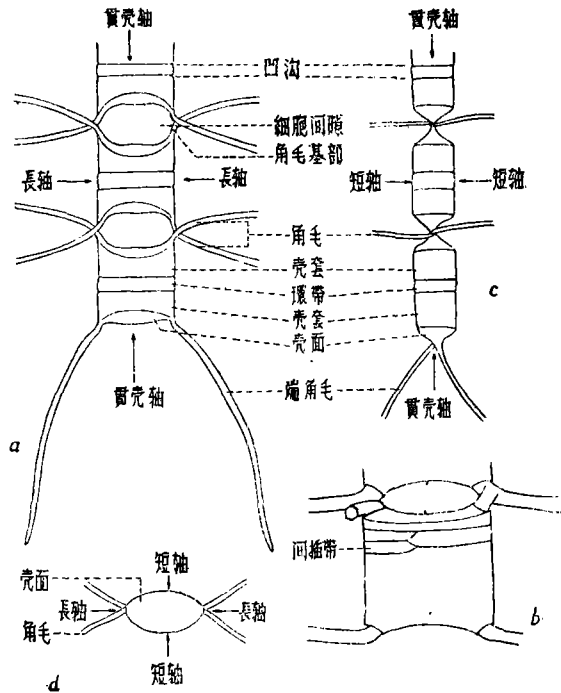


圖 A. 角毛硅藻屬的細胞壳  
a, b) 寬环面觀; c) 窄环面觀及 d) 壳面觀的各部构造。  
Fig. A. Diagrammatic representation of the theca of the Genus Chaetoceros: a, b) broad girdle view; c) narrow girdle view; d) valve view.

橫)軸(Transapical axis, 圖 A-c,d)。連結上、下兩壳面中心點的綫称为“貫壳軸”(Perivalvar axis, 圖 A-a,c)。鏈軸的方向与貫壳軸一致。所以就寬环帶面观察时,細胞的寬度就等于壳面長軸的長度,厚度就等于壳面短軸的長度,高度就等于貫壳軸的長度。

上、下兩壳面的中央部分,一般平坦,凸起或凹下的情况相同。在少数种类如 *Ch. peruvianus* (秘魯角毛硅藻, 圖 30) 則一壳突起,另一壳扁平或凹下。个別的种类如 *Ch. didymus* (双孢角毛硅藻, 圖 16) 在兩壳面中央生一半球状小突起。亦有在壳面長軸兩極的兩側各生一小突起,与相鄰細胞壳面的相应小突起相粘接者,如 *Ch. pseudocurvisetus* (拟旋鏈角毛硅藻, 圖 13)。

在普通显微鏡下,观察壳面和壳套的外表都是光滑的,而在有些种类的壳上,用电子显微鏡可显示出橫列的小孔,如 *Ch. didymus*; 或有增厚的硅質放射条紋,如 *Ch. compressus* (扁形角毛硅藻) (Hendeng, Cushing, Ripley, 1954)。

2. 角毛 角毛断面大都为圓形,亦有四角形或六角形者。在四角或六角形的角毛表面常有橫列点紋,在各楞角上往往生着螺旋排列的实心小刺。用电子显微鏡还可以在角毛的表面显示出一些更詳細的結構,如在 *Ch. densus* (密連角毛硅藻) 角毛上的菱形的网状紋和这网状紋下面的一層具有斜列小孔的薄膜,在 *Ch. didymus* 角毛上分布不規則的小孔,在 *Ch. compressus* 的角毛上的毛髮状突起等 (Hendey, Cushing, Ripley, 1954)。

角毛大都着生在壳面長軸的兩極附近处,和邻細胞的相应角毛交接 (圖 1)。也有相鄰細胞角毛并不直接接触,而是借一橫生短棍把它們連接起来的 (圖 15)。兩相鄰細胞角毛交会后,伸出的方向也不尽相同。在有些种类,角毛末端向鏈的兩旁直伸 (圖 27); 有些种类則角毛都弯向鏈端 (圖 31), 或弯向鏈的一側 (圖 11); 也有呈弧状繞于鏈的周圍的 (圖 9)。有些种类的上、下兩壳角毛生出位置不同,上壳者靠近壳面中央生出,下壳者則靠近壳面長軸兩極生出 (圖 30)。有些种类在同一細胞鏈上,鏈內角毛 (細胞鏈的兩端角毛以外的角毛) 也有两种不同形式 (圖 26)。有些种类的鏈端角毛 (細胞鏈的兩端的角毛) 往往比鏈上其他角毛粗短,并且生小刺或花紋构造更明显 (圖 8)。鏈端角毛的伸出方向及弯曲情况也因种而异。在有的种类鏈兩端的角毛的形状和构造也互不相同 (圖 32)。

外洋性种类的角毛大都中空,內有色素体。有些沿岸性种类的角毛則是实心的,內無色素体。

本屬絕大多数都是借着相鄰細胞角毛的交叉,連結成或长、或短、或弯、或直、或螺旋状的群体,通常称为鏈(Chain)。亦有少数种类細胞单独生活。

3. 細胞間隙 当細胞連結成鏈状群体时,除極少数两邻細胞的相对壳面貼近,其間無間隙的种类以外,由于壳面的凹凸情况、角毛生出的方向、两邻細胞角毛相交的位置

不同，在細胞之間形成近似綫条形、哑鈴形、正方形、长方形、六角形、橢圓形、圓形及紡錘形等不同形状的細胞間隙(Aperture, 圖 A-a)。即在同一种类細胞間隙的大小也可随季节而异。像 *Ch. decipiens* (并基角毛硅藻, 圖 22) 和 *Ch. affinis* (窄隙角毛硅藻, 圖 8) 的細胞間隙冬狭夏寬, 角毛和壳也是冬季粗、厚, 夏季細薄, 在形态上表现出明显的季节变异 (小久保, 1955, pp. 41—44)。

4. 細胞内含物 本屬細胞中色素体的数目、形状以及在細胞中的位置, 随种类而不同, 是分类根据之一。色素体呈黄褐至褐綠色。近岸种类的色素体在每个細胞中大约有 1—2 个, 靠近环面或壳面, 呈盘状或片状, 有的在边缘具有不规则的突起, 每个色素体常包有一个圓形的核样体(Pyrenoid, 圖 B)。外洋性种类的色素体大都呈顆粒状, 数目很多, 散布在細胞內及粗大中空的角度中。

細胞質成一薄層貼于細胞壁內, 或充滿于細胞腔的大部分。細胞核圓形或橢圓形, 位于細胞腔中, 或靠近細胞壁, 以細胞質絲与細胞壁相連。染色后可見到核內具染色質粒及核仁(圖 B)。在細胞中还常可見到許多圓而亮的小油粒。

5. 休眠孢子 角毛硅藻的繁殖通常用細胞分裂的方法, 但也形成休眠孢子(Resting spore)。有时也形成复大孢子(Auxospore)及小孢子(Microspore)。沿岸性种类当細胞在壯旺生长之后, 或生活环境不适于生长时, 細胞内含物濃縮于細胞的中央或一端, 并从原生質中分泌厚壳, 包在細胞内含物的外面, 形成一个圓形或橢圓形的休眠孢子。先生成的休眠孢子壳較大而凸, 称初生壳(Primary valve)或上壳(Upper valve), 壳面上沒有像母細胞所具有的角毛, 而有特殊的小刺、突起、分叉的粗刺或粗短的角毛(圖 C)。后生成者較小, 称后生壳(Secundary valve)或下壳(Lower valve), 大都平滑, 亦有生小刺者。初生壳有發达的壳套, 套在后生壳的壳套外边。后生壳的壳套發育較差, 往往不甚显著(圖 C-a, b, c)。环境适宜时, 休眠孢子再萌發为新个体, 此新个体往往比母細胞大。

关于后生壳有無壳套問題, 学者抱有不同的意見。如 Cupp (1943, p. 100) 認為后生壳沒有壳套; 而 Про.-Лавренко(1955, p. 98, 圖 26-6) 則認為初生壳、后生壳都有

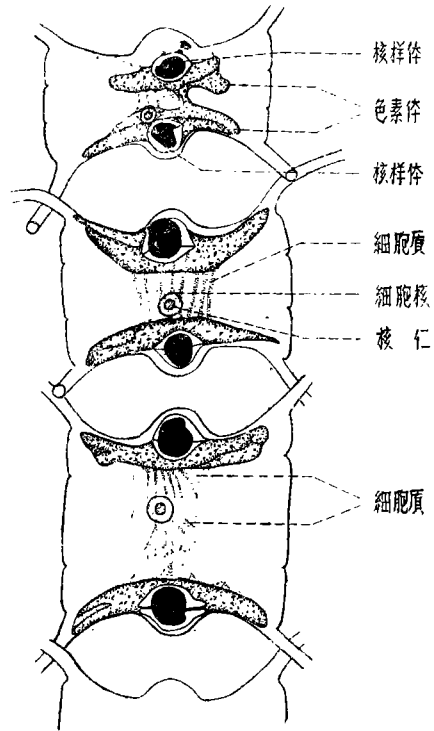


圖 B. 双孢角毛硅藻, 表示其細胞内含物的构造

Fig. B. Terminal portion of the chain of *Chaetoceros didymus* Ehrenberg, showing cell contents.

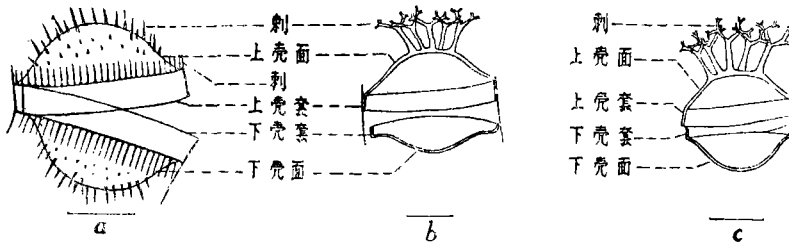


圖 C. 角毛屬硅藻休眠孢子

a)暹罗角毛硅藻的休眠孢子; b, c)勞氏角毛硅藻的休眠孢子。

Fig. C. Structure of resting spores of the Genus *Chaetoceros*: a) resting spore of *Ch. siamense* Ostenfeld; b, c) resting spores of *Ch. Lorenzianus* Grunow.

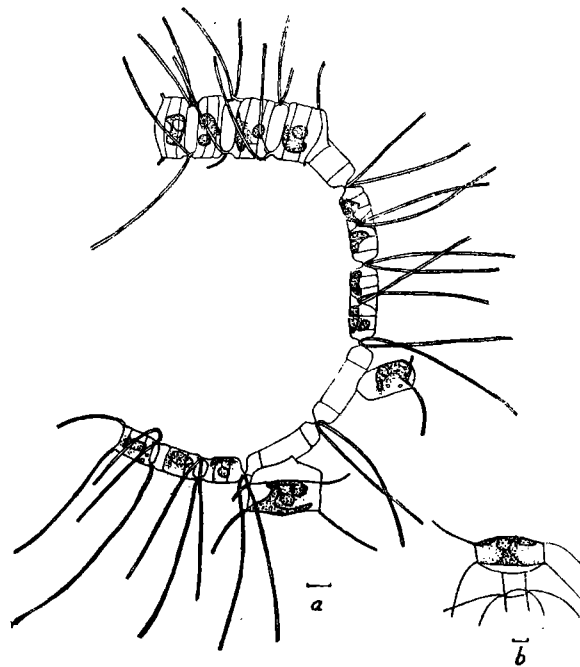
壳套,两壳的壳套重叠相套。我們观察研究的結果(圖 C)証明 Про.-Лавренко 的意見是正确的。

一般在每一細胞中仅生成一个休眠孢子。同一鏈上相邻的两个細胞常同时形成休眠孢子。此两休眠孢子的壳面以相反方向生长。此两細胞具有相同的年齡及生理表現。

各种角毛硅藻的休眠孢子的特征比較稳定。有些种类的細胞形态虽然很相近似,休眠孢子仍有明显区别。不过同一种类在不同环境条件下,生成的休眠孢子在形态方面也有显著的不同之处。所以有时尚需要通过人工培养,促使其生成休眠孢子,借以輔助分类研究。

6. 复大孢子 当細胞經過多次分裂后,壳的直徑逐漸减小,生成复大孢子可恢复原有体形的大小及生活力。

复大孢子大都發生在細胞的窄环面上,最初先在环带上生一球状突起,細胞核及色素体逐漸移入突起中(圖 28-c 及圖 29-g)。在此突起之远离母細胞之一端,生成一寬大的新細胞上壳,并生出角毛(圖 D-a)。新細胞的下壳貼近母細胞壁,多俟脱离母鏈后才生角毛。但 *Ch. debilis*(柔弱角毛硅藻,圖 D-a, b) 及 *Ch. curvisetus*(旋鏈角毛硅藻,參閱 Про.-Лавренко, 1955, p. 14 第 3 圖之 4) 的下壳在未脱离母体前即

圖 D. 柔弱角毛硅藻,表示其复大孢子的生成  
Fig. D. Chain of *Ch. debilis* Cleve, showing some features in the formation of auxospores.

已生出角毛。此新細胞逐漸分裂成一較母細胞為寬大的新細胞鏈(圖 D)。

7. 小孢子 有时在同一細胞中,細胞核連續分裂成許多个(2 的乘幂),每一个核同一些色素体及一部分細胞質合成一个小孢子(圖 28-e)。对于 *Ch. Lorenzianus* (劳氏角毛硅藻), *Ch. Eibenii* (艾氏角毛硅藻)及 *Ch. constrictus* (深环沟角毛硅藻)等的小孢子形成, Schiller(1909), Pavillard(1921), Murray(1896)都分別有过报告。

### III. 分类系統

現代所沿用的屬名“*Chaetoceros*”是 C. G. Ehrenberg 在 1844 年建立的,由两个希腊字 *χαίτη*(=Chaete, 毛)及 *κέρας*(=Ceras, 角)合成。

*Chaetoceros* (陽性, 复数为 *Chaetoceroles*) 虽曾經 H. Peragallo (1897—1908), Ostenfeld(1903), Gran(1905)及 Karsten (1905—1907), Ikari (1926, 1928)等誤改为 *Chaetoceras* (中性, 复数为 *Chaetocerata*)。Schütt (1895) 将本屬之有間插带的种类另創一新屬名 *Peragallia*; 現在一般仍用 Ehrenberg 的 *Chaetoceros* 原屬名, 而将 *Peragallia* 作为其同物异名。

*Chaetoceros* 屬硅藻的中文譯名曾經用过的有“长毛屬”(金德祥, 1951 b)及“角刺藻屬”(孢子植物名称, 1955)。我們因为浮游硅藻类中有长毛的不只此屬(如 *Bacteriastrium* 屬在細胞的两壳面亦有长毛), 所以沒有采用“长毛屬”的名称。又因此屬在細胞角所生出的长毛与中文“刺”字的含义又显不相同, 也未采用“角刺藻屬”的名称。我們按照本字构成原意, 直譯为“角毛屬”。为在我国目前应用方便計, 各个种名也按照原文含义及其具体构造試譯为中文。

Gran (1897) 按照角毛中有無色素体, 将本屬各种类分隶于两个亚屬, Subgenus *Phaeoceros* (色体角毛亚屬)和 Subgenus *Hyalochaete* (無色角毛亚屬)。Ostenfeld(1903) 依本屬各种的細胞构造及形态, 将色体角毛亚屬分为两个 Sections(組), Atlantic (大西洋組)及 Borealia (北方組); 并将無色角毛亚屬分为 13 个組: (1) *Cylindrica* (圓柱形組), (2) *Compressa* (扁形組), (3) *Protuberantia* (有突起組), (4) *Constricta* (深环沟組), (5) *Stenocincta* (窄环带組), (6) *Laciniosa* (垂緣組), (7) *Diadema* (冕状孢子組), (8) *Diversa* (异角毛組), (9) *Curviseta* (旋鏈組), (10) *Anastomosantia* (桥联角毛組), (11) *Furcellata*, (叉形角毛組), (12) *Socialia* (集团組), (13) *Simplicia* (单胞組)。

此后 Gran(1905) 又增加了 *Dicladia* (双髻孢子組)及 *Brevicatenata* (短鏈組) 兩組。Lebour(1930) 将 *Dicladia* 組中尚未發現休眠孢子的种类分出另为一組, *Oceanica* (外洋性組)。如是則無色角毛亚屬共分为 16 組, 再加色体角毛亚屬的兩組, 全屬共 18 組。此 2 亚屬及 18 組直至現在仍为大家所采用。

在此 18 組中各組的特征有些混淆, 如外洋性組(*Oceanica*), 双髻孢子組 (*Dicladia*)

及扁形組 (Compressa) 三組在色素体方面的特征是前二組色素体頗大, 4—10; 后一組, 色素体小而数量大。实际上扁形組只有 *Chaetoceros compressus* Lauder (扁形角毛硅藻) 一种, 每細胞内色素体数目是 4—20, 在很多标本是 4—10 个, 而色素体并不比前两組的色素体小。扁形組的另一特征是細胞形扁即壳面观为橢圓形, 实际上几乎此屬各种的壳面观都是橢圓形, 一种内不同标本扁的程度也不相同; 有的种类細胞扁的程度并不下于扁形組。外洋性組与双鬚孢子組的形态区别只是在前者角毛基部愈合一段, 角毛上無花纹; 而后者角毛無愈合部分, 但有花纹。实际上外洋性組在有些地区的春、夏、秋季 (有时也在冬季) 很多时多数标本角毛并不在基部愈合为一, 有时也有带花纹的端角毛 (Cupp, 1943)。此外这两組唯一不同点是外洋性組尚未發現休眠孢子。休眠孢子的發現与否, 不应作为分組的标准。在有的組, 如叉形角毛組 (Furcellata), 休眠孢子的特殊形态 (具有基部愈合的粗毛) 是組的屬性之一, 而組中种类 (如 *Chaetoceros tortissimus*) 有尚未發現休眠孢子的。又如短鏈組 (Brevicatenata), 有許多短鏈的种类反不包括在内。此类混淆情形比較普遍。有的种类与其所屬組別所規定的特征并不完全符合, 如窄环帶組 (Stenocincta) 的特征之一是端角毛特別粗大, 而此組的 *Ch. costatus* 端角毛并不特別粗大。有些組只包括一种或数目很少的种类, 如外洋性組 (Oceanica)、扁形組 (Compressa)、有凸起組 (Protuberantia), 桥联角毛組 (Anastomosantia)、集团組 (Socialia) 等都只有一种, 双鬚孢子組 (Dieladia)、圓柱組 (Cylindrica) 等各只有两种。这样的分类系統既缺乏理論的根据, 又增混淆, 实有修改必要。

著者参照朱树屏 (Chu, 1947) 以色素体的形态为基础对裸藻 (Euglena) 以进化观点进行分类的方向, 根据本屬各种色素体的形态和数目所表示的进化次序試分为 (1) Monochromatophorus (单色体亞屬), (2) Dichromatophorus (二色体亞屬), 及 (3) Polychromatophorus (多色体亞屬) 三个亞屬; 将多色体亞屬依色素体分布情况所表示的进化次序分为 Achromatocerae (無色角毛組) 及 Chromatocerae (色体角毛組) 兩組, 并把所研究的种类依此系統試創一新檢索表 (檢索表一)。在这个檢索表中种类排列的次序除了依据色素体数目 (較少的种类放在前面) 外, 还参照各种类鏈的长短 (单細胞生活及短鏈的种类放在前面)、鏈内細胞連結的松紧 (松者在前)、細胞間隙的大小 (間隙大者在前), 角毛的异化程度 (异化程度小者在前)、角毛及休眠孢子的生刺情况 (無刺者在前) 等形态方面的差异。另外还按照过去所沿用的分类系統編一檢索表 (檢索表二), 以資参考。

#### 角毛硅藻屬 Genus *Chaetoceros* EHRENBURG 的檢索表 (一)

1. 每細胞中有一个色素体……………单色体亞屬 Subgenus I. Monochromatophorus
2. 鏈直或略弯, 角毛不全弯向鏈的一边
  3. 細胞在鏈上螺旋排列……………1. 扭鏈角毛硅藻 *Ch. tortissimus*
  3. 細胞在鏈軸上的排列無显著旋轉現象
    4. 細胞間隙寬大, 邻細胞的角毛交接点与細胞体間有一段显著的距离



5. 休眠孢子单个生长
6. 休眠孢子壳沒有二分叉的粗刺
7. 壳套与环带相接处的凹沟平直
8. 休眠孢子两壳平滑…………… 2. 短胞角毛硅藻 *Ch. brevis*
8. 休眠孢子两壳都有刺…………… 3. 鏈刺角毛硅藻 *Ch. seiracanthus*
7. 壳套与环带相接处的凹沟各弯向一壳面…………… 4. 远距角毛硅藻 *Ch. distans*
6. 休眠孢子初生壳有数根 2 分叉的粗刺。后生壳平滑無刺  
…………… 5. 冕孢角毛硅藻 *Ch. subsecundus*
5. 休眠孢子成对相連, 連結处有一对基部愈合的粗壮角毛环繞着休眠孢子  
…………… 6. 繞孢角毛硅藻 *Ch. cinctus*
4. 細胞間隙狹窄, 相邻細胞直接以細胞角相連接, 故邻細胞角毛的交接点与細胞体間沒有一段显著距离
9. 邻細胞的相邻壳面無突起相連結
10. 壳套高度一般不大于細胞高度的 $\frac{1}{3}$ , 細胞間隙細长如裂縫。角毛纖細。  
…………… 7. 髮状角毛硅藻 *Ch. crinitus*
10. 壳套高度一般大于細胞高度的 $\frac{1}{3}$ , 細胞間隙略呈紡錘形或間隙中部两边略平行。鏈端角毛一般特別粗壮
11. 鏈內角毛都向外直伸, 不繞于鏈周…………… 8. 窄隙角毛硅藻 *Ch. affinis*
11. 鏈內角毛都是半圓弧形繞于鏈周…………… 8a. 繞鏈角毛硅藻 *Ch. affinis* var. *circinalis*
9. 壳面有 4 突起与邻細胞的对应突起相連接…………… 9. 双脊角毛硅藻 *Ch. costatus*
2. 鏈呈螺旋状弯曲, 角毛全都弯向鏈的凸面一边伸出
12. 相邻細胞的壳面間無突柱相連結
13. 角毛伸出一段距离后才与邻細胞的对应角毛交接, 故相邻細胞并不以細胞角連接。細胞間隙略呈长方形, 上、下两边略平, 中部常稍窄…………… 10. 柔弱角毛硅藻 *Ch. dibilis*
13. 相邻細胞直接以細胞角相連接, 細胞間隙橢圓几至圓形  
…………… 11. 旋鏈角毛硅藻 *Ch. curvisetus*
12. 相邻細胞的壳面間有 4 个小突柱与相邻細胞壳面的对应突柱連接  
…………… 12. 拟旋鏈角毛硅藻 *Ch. pseudocurvisetus*
1. 每細胞中的色素体多于一个
14. 每細胞中有两个色素体…………… 二色体亚屬 Subgenus II. *Dichromatophorus*
15. 細胞結成 2—5 个細胞的短鏈, 有时亦单独生活。相邻細胞的壳面突起常相接触, 把細胞間隙分隔为 2…………… 13. 相似角毛硅藻 *Ch. similis*
15. 細胞不单独生活, 常結成較长的鏈。相邻細胞壳面無突起相連接
16. 相邻兩細胞的角毛有橫生短棍相連…………… 14. 桥联角毛硅藻 *Ch. anastomosans*
16. 相邻兩細胞的角毛直接交接, 無橫生短棍相連
17. 壳面有一半圓形突起…………… 15. 双孢角毛硅藻 *Ch. didymus*
17. 壳面無半圓形突起
18. 壳面無 2 凹陷
19. 相邻細胞的角毛交接点与細胞体間有一段显著的距离。細胞間隙寬大, 略呈方形。壳套与环带相接处無显著的凹沟…………… 16. 垂緣角毛硅藻 *Ch. lacinosus*

19. 相邻細胞的角毛交接点与細胞体間無显著距离。細胞間隙較小，紡錘形。壳套与环带相接处有深凹沟
20. 角毛与壳面短軸平行伸出，故在显微镜下鏈呈窄环面出現，休眠孢子壳面無刺 .....17. 窄面角毛硅藻 *Ch. paradoxus*
20. 角毛与壳面长軸平行伸出，故在显微镜下鏈常呈寬环面出現
21. 休眠孢子下壳邊緣周圍沒有平行的柵状細刺。鏈端角毛的构造与其他角毛無明显区别，生有稀疏的小刺  
..... 18. 深环沟角毛硅藻 *Ch. constrictus*
21. 休眠孢子下壳邊緣周圍有互相平行的柵状細刺。鏈端角毛較其他角毛粗且密布小刺.....19. 范氏角毛硅藻 *Ch. Van Heurckii*
18. 壳面有 2 凹陷 .....20. 暹罗角毛硅藻 *Ch. siamense*
14. 每細胞中的染色体多于 2 个 .....多色体亚屬 Subgenus III. *Polychromatophorus*
22. 角毛中無色素体 .....無色角毛組 Section I. *Achromatocerae*
23. 相邻細胞的角毛基部一段愈合(夏季标本之愈合部分可甚短)  
.....21. (并基角毛硅藻) *Ch. decipiens*
23. 相邻細胞的角毛交叉相接，基部不愈合
24. 鏈內及鏈端角毛都有明显的点紋 ..... 22. 劳氏角毛硅藻 *Ch. Lorenzianus*
24. 鏈內角毛無点紋
25. 相邻細胞直接以細胞角相接。鏈上角毛全部相同。
26. 壳套与环带相接处無凹沟。休眠孢子两壳面都光滑無刺，仅在初生壳邊緣有一圈小点，后生壳邊緣有一圈細长的刺.....23. 圓柱角毛硅藻 *Ch. teres*
26. 壳套与环带相接处有小凹沟。休眠孢子两壳面及邊緣都有刺  
.....24. 日本角毛硅藻 *Ch. nipponica*
25. 角毛生出經一短距离后才相遇。鏈內有两种粗細不同的角毛。粗角毛上生小刺  
..... 25. 扁形角毛硅藻 *Ch. compressus*
22. 角毛中有色素体 ..... 色体角毛組 Section II. *Chromatocerae*
27. 鏈端角毛的形态构造与其他角毛無显著不同
28. 細胞在鏈上扭轉排列，相邻細胞的壳面长軸間呈显著的角度。角毛与鏈軸垂直  
..... 26. 卡氏角毛硅藻 *Ch. Castracanei*
28. 細胞在鏈上的排列沒有显著的扭轉現象，相邻細胞的壳面长軸間不呈显著的角度。角毛不与鏈軸垂直，都弯向鏈端
29. 細胞两壳的形状及两壳角毛生出的位置無显著不同(个别标本仅鏈两端細胞上壳面的形状略有不同，但两端角毛的形态都完全相同。)
30. 細胞間隙較大，略呈橢圓形。壳面有中央刺..... 27. 艾氏角毛硅藻 *Ch. Eibenii*
30. 細胞間隙狹长。壳面無中央刺.....28. 密連角毛硅藻 *Ch. densus*
29. 細胞两壳形状及两壳上角毛生出的位置都不同。上壳略凸，角毛近壳面中央处生出，下壳平，角毛近細胞角处生出。角毛皆向下壳一端弯下
31. 細胞多单独生活(很少結成短鏈)。角毛中段向远离細胞(或鏈)的方面凸出  
..... 29. 秘魯角毛硅藻 *Ch. peruvianus*
31. 細胞結成鏈。角毛中段向鏈凹入.....30. 扭角毛硅藻 *Ch. convolutus*

27. 鏈端角毛的形态构造与其他角毛显著不同, 鏈两端角毛的构造在粗細、长短及小刺的排列方面也互不相同, 鏈粗壯…………… 31. 紧挤角毛硅藻 *Ch. coarctatus*

### 角毛硅藻屬 Genus *Chaetoceros* EHRENBERG 的檢索表(二)

1. 色素体小而多, 分布于細胞內及角毛中…………… 色体角毛亚屬 Subgenus I. *Phaeoceros*
  2. 角毛射出的方向常在一平面上。相邻細胞的角毛交接点与細胞体間有一段距离。細胞間隙大…………… 大西洋組 Section 1. Atlantic (烟台、威海鮃魚漁場尚未發現此組的种类)
  2. 角毛射出方向不在一平面上。相邻两細胞角毛在基部交接, 交接点与細胞本体間無显著的距离。細胞間隙小(个别种类細胞常孤立生活或偶而結成短鏈)…………… 北方組 Section 2. *Borealia*
  3. 細胞依鏈軸而扭轉排列, 故相邻細胞的壳面长軸間可成一显著的角度。角毛与鏈軸成直角伸出, 不弯向鏈之一端…………… (26) 卡氏角毛硅藻 *Ch. Castracanei*
  3. 細胞在鏈中的排列沒有显著的扭轉現象, 相邻細胞的壳面长軸間不呈显著的角度。角毛都弯向鏈端。
    4. 細胞两壳形状及两壳上角毛生出的位置不同。一壳平, 角毛近細胞角处生出; 一壳略凸, 角毛近壳面中央处生出。角毛皆向平壳一端弯下。
      5. 細胞結成鏈。角毛中段向鏈凹入…………… (30) 扭角毛硅藻 *Ch. convolutus*
      5. 細胞多单独生活(很少結成短鏈)。角毛中段离細胞(或鏈)凸出…………… (29) 秘魯角毛硅藻 *Ch. peruvianus*
    4. 細胞两壳的形状及两壳角毛生出的位置無显著不同(个别标本仅鏈两端細胞上壳面的形状及角毛生出位置不同)。
      6. 鏈两端角毛的构造, 在粗細、长短及小刺的排列方面都显著不同…………… (31) 紧挤角毛硅藻 *Ch. coarctatus*
      6. 鏈两端角毛构造在粗細、长短及小刺的排列方面都相同。
        7. 細胞間隙狹长。壳面無中央刺…………… (28) 密連角毛硅藻 *Ch. densus*
        7. 細胞間隙較大, 略呈椭圆形。壳面有中央刺…………… (27) 艾氏角毛硅藻 *Ch. Eibenbergii*
  1. 色素体体形較大, 1 至数个。角毛內無色素体…………… 無色角毛亚屬 Subgenus II. *Hyalochaete*
    8. 每細胞內有 2 个以上的色素体。
      9. 每細胞內有 4—10 个色素体, 呈大片状。
        10. 相邻两細胞的角毛基部一段愈合(有时愈合处甚短, 特别是夏季的标本)。尚未發現休眠孢子…………… 外洋性組 Section 3. *Oceanica* 此組只有一种…………… (21) 并基角毛硅藻 *Ch. decipiens*
        10. 相邻两細胞的角毛仅在其交叉点处相連接, 基部不愈合。休眠孢子初生壳上有两凸起, 各具一个二分枝的粗刺…………… 双髻孢子組 Section 4. *Dicladia* 烟台、威海漁場只發現一种…………… (22) 劳氏角毛硅藻 *Ch. Lorenzianus*
      9. 每細胞內的色素体多于 10 个, 呈小片状。
        11. 相邻細胞直接以細胞角相接, 細胞間隙小, 角毛除鏈端角毛伸出方向不同外皆無明显区别…………… 圓柱組 Section 5. *Cylindrica*
        12. 細胞鏈直。細胞之壳套与环带相接处無凹沟。休眠孢子两壳面都光滑無刺, 仅在初生壳边缘有一圈小点, 后生壳边缘有一圈細而长的刺…………… (23) 圓柱角毛硅藻 *Ch. teres*
        12. 細胞鏈直或微弯。細胞之壳套与环带相接处有小凹沟。休眠孢子两壳面及边缘都有刺

- .....(24)日本角毛硅藻 *Ch. nipponica*
11. 相邻細胞的角毛生出一段距离后才相接,細胞間隙較寬大。同一鏈上的角毛有粗細两种形状.....**扁形組 Section 6. Compressa**  
只有一种.....(25)扁形角毛硅藻 *Ch. compressus*
8. 每細胞內的色素体不多于 2 个。
13. 壳面中央有半圆形突起,向細胞間隙中突出.....**有突起組 Section 7. Protuberantia**  
烟、威漁場發現一种.....(15)双孢角毛硅藻 *Ch. didymus*
13. 壳面中央無半圆形突起。
14. 壳套与环带相接处有明显的寬而深的凹沟.....**深环沟組 Section 8. Constricta**
15. 环带部分小于細胞高度的 $\frac{1}{3}$ 。休眠孢子壳面平滑無小刺。角毛弯曲至与細胞壳面短軸平行方向伸出,故鏈一般呈窄环面观.....(17)窄面角毛硅藻 *Ch. paradoxus*
15. 环带部分相当于細胞高度的 $\frac{1}{3}$ 。休眠孢子壳面有小刺。角毛伸出方向略与細胞壳面长軸平行,故鏈一般呈寬环面观。
16. 壳面中央有两个凹陷部分.....(20)暹罗角毛硅藻 *Ch. siamense*
16. 壳面中央沒有这样的两个凹陷部分。
17. 休眠孢子后生壳边缘無环刺.....(18)深环沟角毛硅藻 *Ch. constrictus*
17. 休眠孢子后生壳边缘有环刺.....(19)范氏角毛硅藻 *Ch. Van Heurcki*
14. 壳套与环带相接处無寬而深的凹沟(凹沟很淺或無凹沟)。
18. 鏈呈螺旋状弯曲。全部角毛都呈弧状,弯向細胞鏈凸出的一側  
.....**旋鏈組 Section 13. Curviseta**
19. 壳面有两对寬大的突起,直接与邻細胞之对应突起密接  
.....(12)拟旋鏈角毛硅藻 *Ch. pseudocurvisetus*
19. 壳面無突起与邻細胞相接。
20. 細胞間隙橢圓或近于圆形。休眠孢子的两壳各有一单峰突起  
.....(11)旋鏈角毛硅藻 *Ch. curvisetus*
20. 細胞間隙近长方形,上、下两边略平行或中央部分微狹。休眠孢子的两壳各有双峰突起.....(10)柔弱角毛硅藻 *Ch. debilis*
18. 鏈与角毛不这样都向鏈的一側弯曲
21. 角毛与鏈軸垂重,鏈的同側相邻角毛間有与角毛垂直的橫生短棍相連結  
.....**桥联角毛組 Section 14. Anastomosantia**  
只一种.....(14)桥联角毛硅藻 *Ch. anastomosans*
21. 相邻两細胞的角毛不这样連結而直接交接,或細胞单独生活
22. 鏈端角毛以外之角毛有两种形态.....**异角毛組 Section 11. Diversa**  
烟、威漁場尚未見到此組的种类。
22. 鏈的两端角毛以外之角毛皆相同。
23. 細胞同生在一不規則的或球形的胶質塊中.....**集团組 Section 16. Socialia**  
烟、威漁場尚未見到此組的种类。
23. 細胞不生在胶質塊中。
24. 休眠孢子成对排列,有粗角毛,其基部互相粘着,其游离的一段呈带状环繞在細胞周圍.....**叉形角毛組 Section 15. Furcellata**

25. 鏈上的細胞依鏈軸而扭轉。相邻两細胞因壳面凸起較大, 常互相貼近, 將細胞間隙分隔為 2。尙未發現休眠孢子  
 .....(1) 扭鏈角毛硅藻 *Ch. tortissimus*
25. 鏈上細胞的排列沒有這樣的扭轉現象。相邻两細胞壳面凸起較小, 不相貼近。休眠孢子的角毛基部粘合, 游离的一段環繞于鏈之周圍  
 .....(6) 繞孢角毛硅藻 *Ch. cinctus*
24. 休眠孢子無此類粗角毛
26. 細胞間隙很大..... 垂緣組 Section 9. *Laciniosa*
27. 每一細胞有两个色素体.....(16) 垂緣角毛硅藻 *Ch. lonciniosus*
27. 每細胞有一个色素体
28. 壳套与环带相接处的凹沟是直的..... (2) 短胞角毛硅藻 *Ch. brevis*
28. 壳套与环带相接处的凹沟是弯的..... (4) 远距角毛硅藻 *Ch. distans*
26. 細胞間隙較小, 或营单独生活。
29. 細胞組成短鏈, 或单独生活。細胞体形小
30. 細胞普通組成短鏈, 个别种类有时单独生活  
 .....短鏈組 Section 12. *Brevicatenata*
31. 細胞間隙明显, 相邻壳面有中央隆起相接, 分隔着細胞間隙。亦有单独生活者。每个細胞有色素体 2 个  
 .....(13) 相似角毛硅藻 *Ch. similis*
31. 細胞間隙甚狭长, 壳面無显著隆起。無单独生活的細胞。每細胞有色素体 1 个.....(7) 髮状角毛硅藻 *Ch. crinitus*
30. 細胞以单独生活为主..... 单胞組 Section *Simplicia*  
 烟、威海鮫魚漁場尙未發現此組种类, 我国其他海区亦尙無記載。
29. 細胞多組成长鏈。細胞体形粗大。
32. 休眠孢子的两壳有明显不同的构造  
 ..... 冕状孢子組 Section *Diadema*
33. 休眠孢子初生壳上有数根 2 分叉的粗刺。后生壳及两壳边缘都無刺.....(5) 冕孢角毛硅藻 *Ch. subsecundus*
33. 休眠孢子两壳都有刺, 但不分叉, 初生壳边缘尙有一圈細長刺  
 .....(3) 鏈刺角毛硅藻 *Ch. seiracanthus*
32. 休眠孢子两壳构造無显著区别, 最大区别亦不过是一壳仅壳頂中央有刺, 另一壳之刺則均匀分布..... 窄环带組 Section *Stenocincta*
34. 壳面近边缘处有两个对称的突起与邻細胞壳面的突起相联接  
 .....(9) 双脊角毛硅藻 *Ch. costatus*
34. 壳面沒有这样的突起
35. 角毛平伸.....(8) 窄隙角毛硅藻 *Ch. affinis*
35. 角毛呈弧形  
 .....(8a) (繞鏈角毛硅藻) *Ch. affinis* var. *circinalis*

### 1. 单色体亚屬 Subgenus *Monochromatophorus*, Subgen. Nov.

本亚屬的种类每細胞內有一个色素体。每色素体内包一个核样体 (Pyrenoid)。壳

套与环带間的凹沟不明显或甚淺。本文所研究的此亚屬的种类有下列4个类型。(1)細胞在鏈上排列較疏松,角毛生出一段距离后始与邻細胞的角毛相交,扭轉排列(如*Ch. tortissimus*)或不扭轉而細胞間隙寬大(如*Ch. brevis*, *Ch. seiracanthus*, *Ch. distans*, *Ch. subsecundus*, *Ch. cinctus*);(2)鏈細短,鏈端角毛与鏈內角毛都很纖細(如*Ch. crinitus*);(3)細胞环带狹窄,不及細胞高度的 $\frac{1}{3}$ (如*Ch. affinis*, *Ch. affinis* var. *circinalis*, *Ch. costatus*)及(4)細胞鏈旋曲,角毛皆弯向鏈的一边,鏈端角毛不特別粗大(如*Ch. debilis*, *Ch. curvisetus*, *Ch. pseudocurvisetus*)。除*Ch. tortissimus* 尚未發現休眠孢子外,余皆有休眠孢子。皆系近岸性。在烟、威鮫魚漁場及烟台近岸發現者共13种(1—13)。

### 1. 扭鏈角毛硅藻 *Chaetoceros tortissimus* Gran, 1900.(圖1)

Gran, H. H. (1900); *Nyt. Mag. Naturvid.*, Vol. 38, pt. 2, p. 122, pl. 9, fig. 25.

細胞鏈直或略弯。細胞在鏈上排列較疏松,逐次扭轉。細胞寬15—33微米[Gran (1908),寬11—16微米; Ikari (1926),寬26微米左右]。細胞寬环面长方形,寬大于

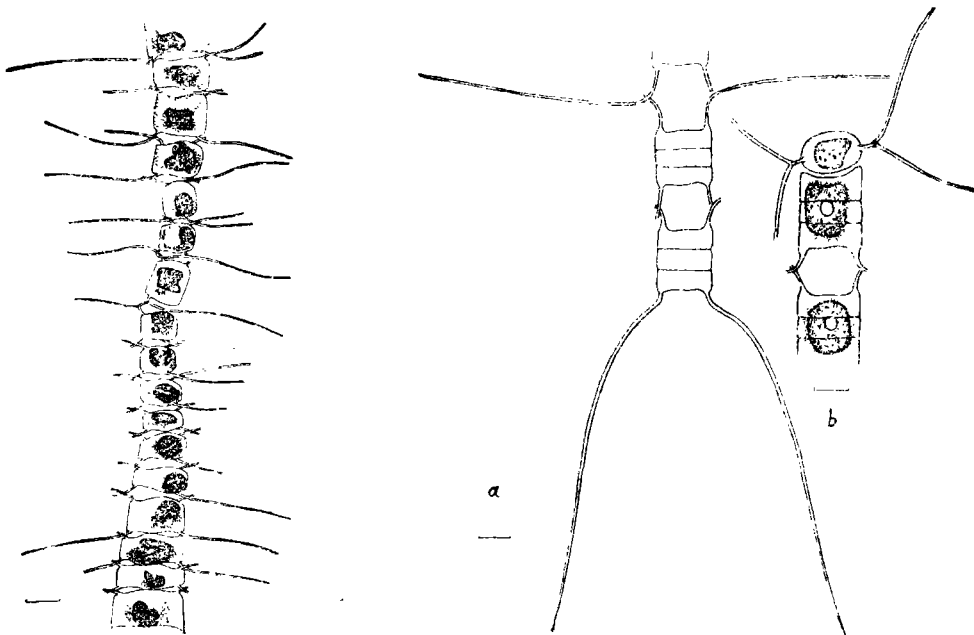


圖1 扭鏈角毛硅藻

表示鏈內細胞的寬环面(上、下两端),窄环面(鏈的中部)及細胞在鏈中的扭轉排列形状。

Fig. 1 *Ch. tortissimus* Gran, showing a part of the chain with cells in broad girdle view (at both ends) and narrow girdle view (in the middle portion).

圖2 短胞角毛硅藻

a) 細胞鏈的寬环面, b) 具色素体的細胞鏈(寬环面观)及同一鏈上細胞的壳面观。

Fig. 2 *Ch. brevis* Schütt; a, two cells at one end of the chain; b, a portion of the chain with a cell in the valve view.

高，角圓。壳面凸出，兩鄰細胞壳面中央部分常接觸，故自寬環面往往只能于細胞角處看到細胞間隙。壳套與環帶交界處不形成凹溝。角毛短而細，自細胞角稍內處生出，經一短距離後，始與鄰細胞角毛交叉相會向外伸出。伸出方向略與鏈軸垂直。無明顯不同的鏈端角毛。

每細胞有一個色素體，片狀，內包一核樣體，靠近細胞寬環面。休眠孢子尚無記錄。

春季在烟台的沿岸出現，鏈上常沾有污物碎屑。此種為近岸性，北溫帶種。曾發現于北海，挪威沿岸；日本紀洲瀨戶，北海道忍路，青森灣。

## 2. 短胞角毛硅藻 *Chaetoceros brevis* Schütt, 1895. (圖 2)

Schütt, F. (1895); Ber. Deutsch. Bot. Ges., vol. 13, p. 38, fig. 4.

同種異名：*Ch. didymus* var. *hiemalis* Cleve, 1900; *Ch. brevis* var. *Karsten*, 1907; *Ch. pseudobrevis* Pavillard, 1911.

細胞鏈直，寬 16—18 微米 [Schütt (1895), 16—23 微米, Cupp (1943), 8—17 微米, 小久保 (1955), 10—40 微米]。細胞寬環面長方形，角稍圓。壳面橢圓形，中央微凸。壳外套大於細胞高度的  $\frac{1}{3}$ ，與環帶相接處有極淺小凹溝，細胞間隙寬大，呈四角或六角形，其中央部分稍窄。角毛細，自細胞角以內略與鏈軸平行（或稍向外傾斜）生出，經一段距離後始與鄰細胞角毛交叉相會，其交叉點往往在鏈軸以外，交叉後略與鏈軸垂直伸出或即彎向鏈端。鏈端角毛與鏈軸平行（或略傾斜）生出後即緩慢向鏈軸兩側略呈  $\Delta$  形分斥。

休眠孢子生于母細胞中央，其兩壳凸起程度不同，壳面平滑或具小刺。

每一個細胞中有一個色素體，內包一核樣體，靠近壳面或平靠寬環面。

烟台沿岸春、秋皆曾采到，數量不多。本種系近岸性，南溫帶——亞熱帶、暖水種。曾發現于我國青島；北大西洋，北海，波羅地海，印度洋，爪哇海，日本沿岸，在蘇聯偶而在薩哈林島沿岸對馬海流的支流中發現。

本種與 *Ch. distans* 極相似，唯壳套與環帶相接處的凹溝是直的，在 *Ch. distans* 則是彎的。兩種休眠孢子的構造亦不同。

本種與 *Ch. seiracanthus* 亦很近似，除兩者之休眠孢子截然不同外；後者的角毛生出一短距離後即與相鄰細胞的角毛相交，而本種經一較長距離才相交，細胞間隙亦因之更大。

## 3. 鏈刺角毛硅藻 *Chaetoceros seiracanthus* Gran, 1897. (圖 3)

Gran, H. H. (1897); Den Norske Nordh.-Exped. 1876—1878, Bot. Protoph., p. 21, pl. 3, figs. 39—41.

細胞鏈直，寬 22—40 微米 [Gran (1897) 12—24 微米]。細胞寬環面長方形，角略圓。壳面橢圓形，中央略突。壳套的高度變化很大，从小於細胞高度的  $\frac{1}{4}$  到大於細胞高

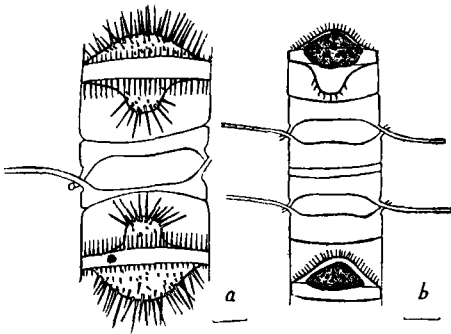


圖3 鏈刺角毛硅藻  
a, b) 具休眠孢子的細胞鏈(寬環面觀),  
b 圖之休眠孢子尚未成熟

Fig. 3 *Ch. setracanthus* Gran, showing two portions of the chain in broad girdle view; a, with 2 mature resting spores and b, with a resting spore not yet fully grown at the upper end and one with only the first valve formed at the lower end.

度的 $\frac{1}{3}$ 。壳套与环带相接处有小凹沟。細胞間隙近橢圓形,中央部分微縮。角毛細,自細胞角稍向內处傾斜生出,經一短距离后,即与邻胞角毛交叉相会,再傾斜伸出,或略与細胞壳面长軸平行伸出,末段弯向鏈端。鏈端角毛稍粗,基部与鏈軸成銳角向鏈軸兩側分散張开。

色素体一个,靠近細胞寬環面,內包一核样体。

休眠孢子靠近母細胞中央,初生壳呈丘状突起,后生壳較初生壳瘦,邊緣很平,中央部分呈半球状高突起,两壳面都生着許多向各方向射出的长直刺;两壳邊緣又各生一圈平行細刺,在后生壳者較在初生壳上者更长。

秋季曾在近岸采到,数量稀少。近岸性,北

温带至北方种。曾發現于欧洲北大西洋、北海沿岸;薩哈林島沿岸;在日本青森灣之最暖期(7、8月間)出現,有时大量繁殖,北海道高島,与謝內海亦有;地中海;黑海及加利福尼亞洲西海岸都稀少。

本种細胞鏈形状与 *Ch. subsecundus* (Grun.)及 *Ch. brevis* Schütt 都很相近,但它們的休眠孢子有显著的区别。

#### 4. 远距角毛硅藻 *Chaetoceros distans* Cleve, 1894.(圖4)

Cleve, P. T. (1894); Bih. Kongl. Svensk. Vet.-Akad. Handl. vol. 20, pt. 3, No. 2, p. 14, pl. 2, fig. 2.

同种异名: *Chaetoceros* sp. 赤塚, 1914.

細胞鏈直或微弯,寬11—33微米[小久保(1955),寬10—25微米,有者竟达50微米]。細胞寬環面长方形(細胞寬大于高或小于高者皆有),角圓。壳面中央微凸,壳套約抵細胞高度的 $\frac{1}{3}$ ,与环带相接处有分別凸向細胞两壳面的小凹沟。細胞間隙大,略呈六角形。角毛細长,自細胞角稍向內处略与細胞鏈軸平行生出,經一段距离后始与邻細胞角毛交叉相会,旋即弯向鏈側,或逐漸傾斜伸向鏈側。端角毛較其他角毛略粗。

每細胞靠近寬環面有一个色素体,內包一核样体。

休眠孢子初生壳如低丘状,壳面突起較后生壳为大,初生壳面遍生长刺,邊緣生一圈小突起,后生壳面遍生甚短之小刺。

在沿岸春、秋季可采到,数量不多。近岸性。曾發現于爪哇海;日本御座、青森灣、与謝內海、久美濱灣、北海道高島。



Gran(1897, 1905)及 Hustedt (1930) 均將本種作為 *Chaetoceros lacinosus* Schütt 的同種異名。他們的描述皆似 *Ch. lacinosus* Schütt, 而與 Okamura(1907) 及 Allen & Cupp(1935) 所報告之 *Ch. distans* Cleve 標本特征不同。且赤塚(1914), 井狩(1928) 及小久保(1955) 皆強調此二者並非同一種類。

觀察烟台近岸標本中, 本種與 *Ch. lacinosus* Schütt 有顯著區別:

(1) *Ch. lacinosus* Schütt 每細胞中有 2 個色素體; *Ch. distans* Cleve 只有 1 個。

(2) 從寬環面看, *Ch. lacinosus* Schütt 殼套與環帶相接處之凹溝與細胞殼面長軸平行; *Ch. distans* Cleve 之凹溝並不與細胞殼面長軸平行, 而分別凸向其所對的殼面。

(3) 從寬環面看, *Ch. lacinosus* Schütt 的鏈端角毛與細胞鏈軸不在同一平面上, 甚至兩端角毛有中途交叉伸出者; *Ch. distans* Cleve 者則向細胞鏈軸兩側傾斜伸出, 并在同一平面上。

從窄環面看, *Ch. lacinosus* Schütt 的端角毛約成 90° 角分開; *Ch. distans* Cleve 之端角毛與細胞鏈軸包含在同一个殼面長軸平面 (Apical plane) 中, 故在窄環面看到其兩端角毛重疊如一條。

(4) *Ch. lacinosus* Schütt 的休眠孢子殼面平滑無刺; 而 *Ch. distans* Cleve 之休眠孢子殼面有長刺。

由上所述, 可見把 *Ch. distans* Cleve 視為 *Ch. lacinosus* Schütt 的同種異名是錯誤的。

小久保(1955, p. 185) 記述其休眠孢子生于母細胞中部, 但根據著者所研究 1956 年黃河口黃花魚產卵場中本種的休眠孢子并不生于母細胞中部而靠近母細胞的一端, 初生殼與其所對的母細胞殼面間之距離較后生殼與其所對的母細胞殼面間之距離為大, 與 Okamura (1907) 所觀察者同。其初生殼面呈大半球狀凸起, 上生許多細長的小刺, 成熟孢子的小刺向上伸長, 甚至觸及母細胞殼而折回, 后生殼呈瘤狀, 亦生長的小刺。烟台標本休眠孢子后生殼上之小刺甚短(圖 4, b) 可能系未成熟之孢子。

5. 冕孢角毛硅藻 *Chaetoceros subsecundus* (Grun.) Hustedt, 1930. (圖 5)

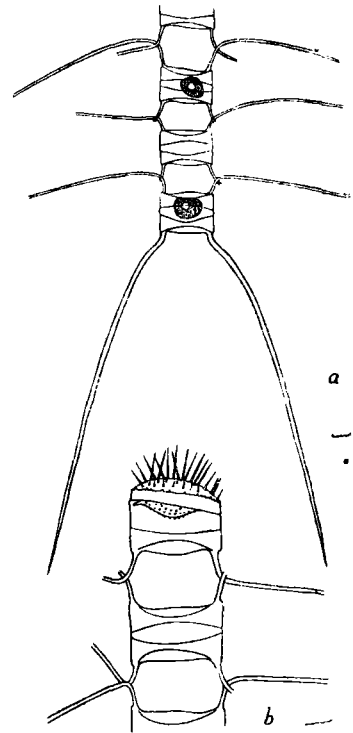
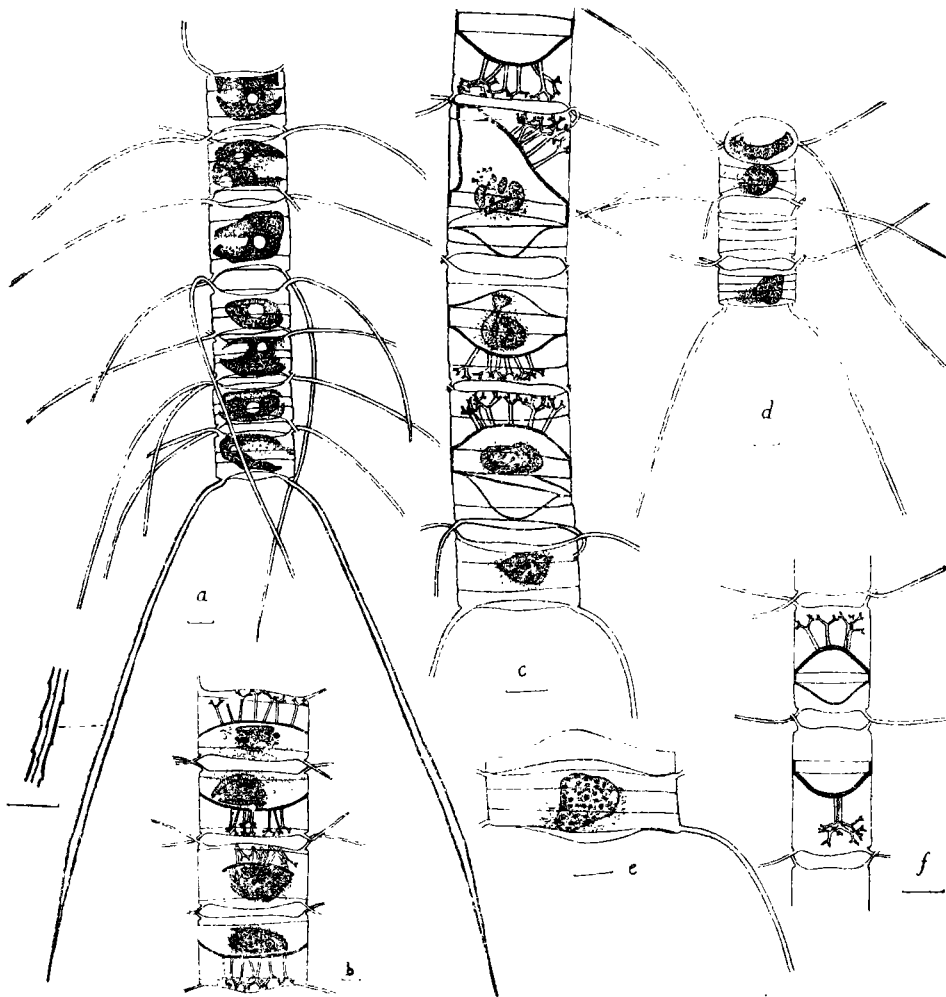


圖 4 遠距角毛硅藻  
a) 細胞鏈的寬環面觀, b) 具休眠孢子的細胞鏈 (寬環面觀)。  
Fig. 4 *Ch. distans* Cleve; a & b, showing 2 portions of the chain in broad girdle view, a, with terminal setae and b, with a resting spore.

Hustedt, F. (1930); Kieselalgen, pt. I, p. 709, fig. 404.

同种异名: *Syndendrinum diadema* Ehrenberg, 1854; *Chaetoceros distans* var. *subsecunda* Grunow, 1881; *Ch. paradoxus* var. *Laudersii* Engler, 1883; *Ch. paradoxus* var. *subsecunda* Van Heurck, 1884; *Ch. curvisetus* Cleve 1894; *Ch. Clevei* Schütt, 1895; *Ch. groenlandicus* Cleve, 1896; *Ch. groenlandicus* var. *leptopus* Cleve, 1896; *Ch. diadema* Gran, 1897.

細胞鏈直或微彎, 寬 15—70 微米 [Hustedt (1930), 寬 11—50 微米; Про-Лавренко (1955), 8.4—33.6 微米]。細胞寬環面長方形, 角圓。壳面橢圓形, 平或中央略凸。壳套大於細胞高度的  $\frac{1}{3}$ , 與環帶相接處有小凹溝。細胞間隙長橢圓形或長條形, 中央略窄, 角圓。角毛自細胞角以內生出, 經一短距離後與鄰細胞角毛相會, 與鏈軸略成垂直方向伸出, 末端彎向鏈端。端角毛較其他角毛微粗, 約與細胞鏈軸平行伸出, 末端向鏈軸兩



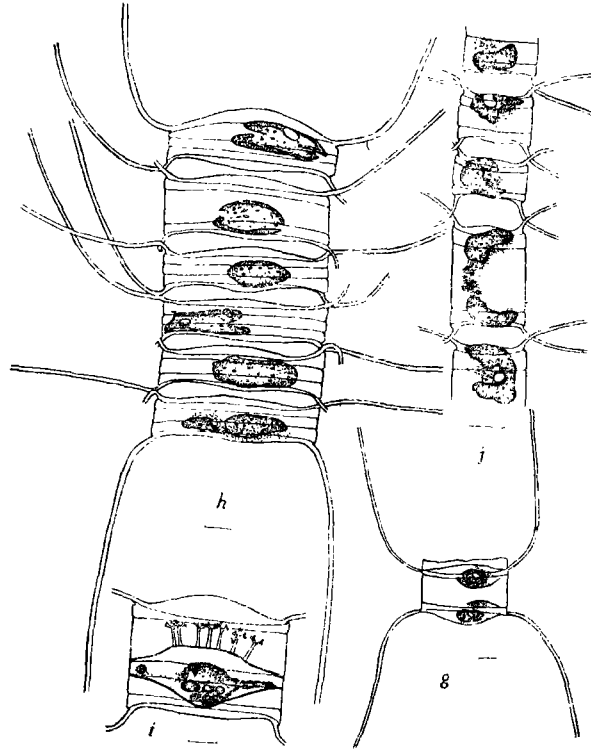


圖 5 冕孢角毛硅藻

a) 細胞鏈(寬環面觀)。b) 正在產生休眠孢子初生壳的細胞鏈(寬環面觀)。c) 具成熟休眠孢子的細胞鏈，鏈上端第 2 個休眠孢子具畸形的初生壳(寬環面觀)。d) 細胞鏈的寬環面及同鏈細胞的壳面觀。e) 由復大孢子產生的年青細胞。f) 細胞鏈的寬環面，休眠孢子初生壳僅有 2 個或 4 個 2 分叉的粗刺。g) 由復大孢子發生的正在分裂中的年青細胞(寬環面)。h) 由復大孢子生成的年青細胞鏈。i) 由復大孢子發生的具休眠孢子的細胞(寬環面)。j) 細胞鏈的寬環面，其中一細胞正在分裂為 2。

Fig. 5 *Chaetoceros subsecundus* (Grunow) Hustedt: a, showing the morphology of chormatophores each containing a pyrenoid; b, showing resting spores each with only the first valve formed; c, showing mature resting spores; d, chain in broad girdle view with one cell in valve view; e, a cell formed from auxospore; f, 2 resting spores, each with only a few dichotomously branched spines; g, a dividing cell formed from a auxospore; h, short chain formed from auxospore; i, a cell formed from auxospore with a resting spore; j, part of a chain with a dividing cell.

側分開。極少數標本的鏈端角毛較其他角毛粗大，且縱生 4 行小刺。

每細胞有一個色素體，靠近母細胞寬環面，內包一核樣體。

休眠孢子生于母細胞之一端，初生壳凸起較高，壳頂生 2—16 個，或更多的 2 分叉的長刺，後生壳近于扁平，光滑無刺。

3 月及 7 月間出岸于沿岸，尤以 3 月間甚多。本種為近岸性，北方——北極種，廣溫、廣鹽、冷水性種類。曾發現于我國青島。在世界上分布也很廣，自北冰洋至歐洲沿

海, 巴倫支海, 白海, 鄂霍次克海, 白令海, 日本海都有, 地中海亦有。黑海稀少。太平洋沿岸分布也很广。

6. 繞孢角毛硅藻 *Chaetoceros cinctus* (Gran, 1897). (圖 6)

Gran, H. H. (1897); Den Norske Nordh.-Exped. 1876—1878, Bot. Protoph., p. 24, pl. 2, figs. 23—27.

細胞鏈直或微弯曲, 寬 9—18 微米 [Gran (1897), 5—15 微米]。細胞鏈常呈窄环面出現。細胞寬环面长方形, 角圓。壳面橢圓形, 壳套与环带相接处無明显凹沟。細胞間

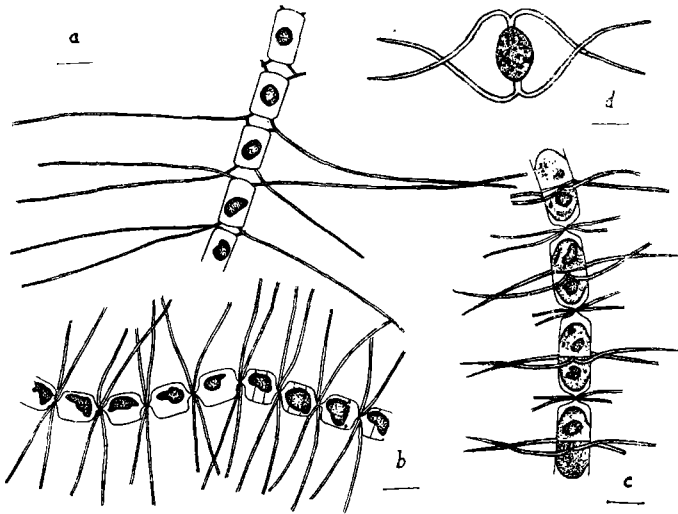


圖 6 繞孢角毛硅藻

a) 細胞鏈的寬环面觀, b) 細胞鏈的窄环面觀, c) 具体休眠孢子的細胞鏈 (窄环面觀), d) 休眠孢子 (壳面觀)。

Fig. 6 *Ch. cinctus* Gran, a & c, chains in broad girdle view; b, chain in narrow girdle view; c, chain with resting spores; d, a resting spore in valve view.

隙扁六角形。角毛細長, 平滑無小刺, 自細胞角稍內方斜生出, 經一小距离后与邻細胞角毛相交, 然后向外与鏈軸成垂直方向或傾斜方向伸出。端角毛与其他細胞之角毛相同。

色素体片状, 一个, 靠近細胞寬环面。

休眠孢子成对出現, 相邻两休眠孢子間無間隙, 各生 2 平滑粗短刺, 两相邻孢子之对应粗刺在靠近細胞体处之一段融合, 然后分开折回, 分別繞向休眠孢子的周圍。

4 至 5 月間在沿岸出現很多。鮭魚漁場中亦常采到, 但較沿岸为少。在烟台近岸所采之标本, 鏈边常粘有污物碎屑。本种为近岸性、南温带种。曾發現于北大西洋沿岸, 北海, 日本北海道高島; 苏联日本海沿岸及薩哈林島沿岸。

Gran (1897) 記述本种的休眠孢子的初生壳粗糙或有小刺, 呈圓錐状或不規則状突

起, 后生壳扁平。Cupp(1943) 記述年老的休眠孢子两壳都具小刺。烟台近岸标本則未見有具小刺的休眠孢子。

本种的形态与 *Chaetoceros radicans* Schütt 相近, 唯本种角毛上無細刺, 而 *Ch. radicans* 的角毛上則生許多显著的細刺。

### 7. 髮状角毛硅藻 *Chaetoceros crinitus* Schütt, 1895. (圖 7)

Schütt, F. (1895); Ber. Deutsch. Bot. Ges., Bd. 13, p. 42, fig. 12.

細胞鏈直, 寬 15—30 微米。細胞寬環面呈四方形。壳面平, 橢圓形, 中央部分微凸。壳套大于細胞高度的  $\frac{1}{3}$ , 与环带相接处有小凹沟; 休眠細胞之环带較高, 不小于細胞高度的  $\frac{1}{3}$ 。細胞間隙甚狹如一裂縫, 两相邻細胞壳面中央部分有时很接近, 以至看不到細胞間隙。角毛自壳面邊緣稍向內处生出即与邻細胞角毛相会, 与鏈軸垂直伸出, 或逐漸弯向鏈端。端角毛略呈 S 形弯曲, 較其他角毛稍粗且生小突起, 基部与鏈軸垂直伸出, 然后弯向鏈軸, 約与之平行, 至末梢再向鏈軸兩側分离。

每細胞內, 靠近环带有一个大片状的色素体, 內包一核样体。

休眠孢子初生壳凸起較高, 且生小刺, 后生壳在圓筒状的壳套部分凹下, 仅中央部分凸起, 壳面平滑(Hustedt, 1930)。烟台标本中未見到其休眠孢子。

1954 年 9 月在近岸采到, 数量不多。此种为近岸性, 北温带种。曾發現于欧洲中部及北部沿岸, 地中海, 日本房州館山。

### 8. 窄隙角毛硅藻 *Chaetoceros affinis* Lauder, 1864. (圖 8)

Lauder, H. S. (1864); Trans. Micr. Soc., N. S. vol. 12, p. 68, pl. 8, fig. 5.

同种异名: *Chaetoceros javanicus* Cleve, 1873; *Ch. Ralfsii* Cleve, 1873; *Ch. spec.* Schütt 1888; *Ch. Schüttii* Cleve, 1894; *Ch. angulatus* Schütt, 1895; *Ch. distichus* Schütt, 1895; *Ch. procerus* Schütt, 1895; *Ch. paradoxus* var. *Schüttii*, Schütt, 1896; *Ch. Ralfsii* var. *Karsten*, 1907; *Ch. Schüttii* var. *genuina* Meunier, 1913; *Ch. Najadianus* Schussnig, 1915; *Ch. adriaticus* Schussnig, 1915.

細胞鏈直, 寬 7—37 微米。細胞寬環面長方形, 角尖, 两相邻細胞之角常相接触。壳面平或中央部分微凸, 鏈端細胞上壳面中央常生一很小的刺。环带往往很窄, 故壳套

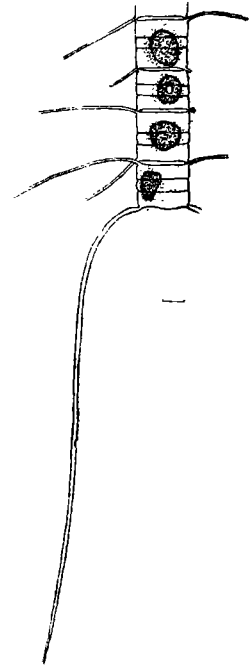


圖 7 髮状角毛硅藻  
細胞鏈的寬環面觀。  
Fig. 7 *Ch. crinitus* Schütt, showing the terminal portion of the chain in broad girdle view.

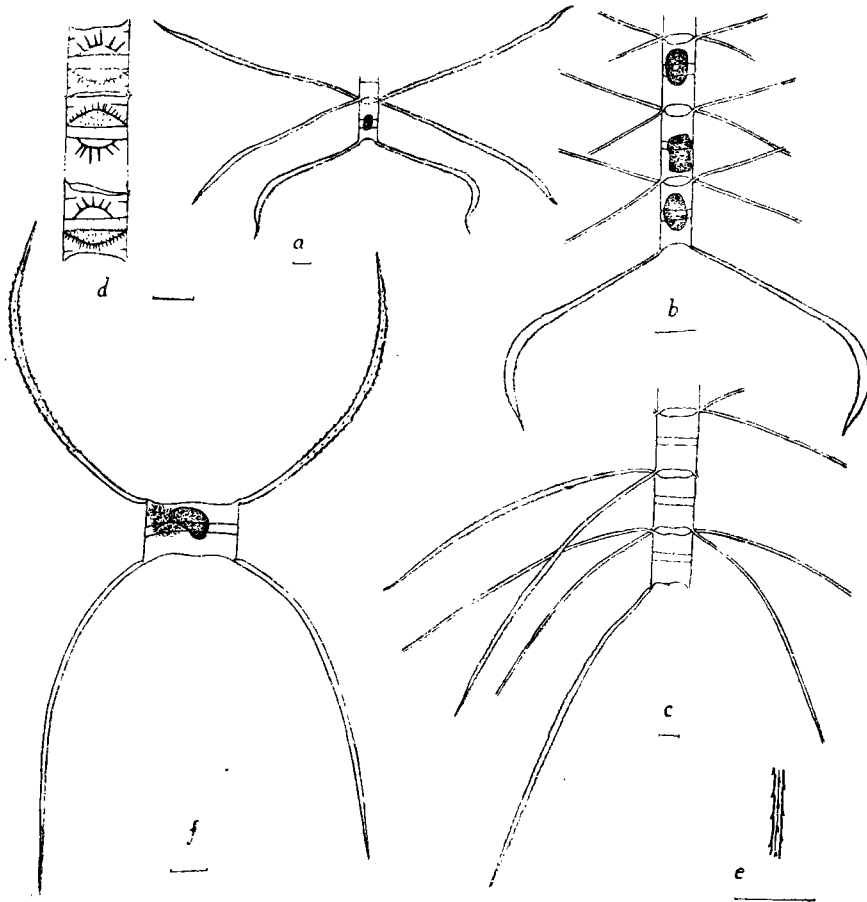


圖8 窄隙角毛硅藻

a) 鏈中部具粗短角毛的細胞鏈，鏈端角毛彎轉如鐮刀狀；b) 具色素體的細胞鏈，鏈端角毛彎轉如鐮刀狀；c) 具斜伸端角毛的細胞鏈；d) 具休眠孢子的細胞鏈；e) 圖c端角毛一部的放大圖；f) 由孢子發生的年青單細胞個體。

Fig. 8 *Ch. affinis* Lauder, showing characteristic terminal setae (a, b, c and f), detailed structure of terminal setae shown in c (e), terminal-like setae within the chain (a), resting spore (d), and a cell formed probably from resting spore (f).

多大于細胞高度的 $\frac{1}{3}$ 。壳套与环带相接处生一小凹沟。細胞間隙小，其中央部分略窄，呈紡錘形或近长方形。角毛細，自細胞角生出即与邻細胞角毛相会于一点，然后与鏈軸垂直伸出，或逐漸弯向鏈端。端角毛自細胞角生出，向外斜伸出后，又逐漸弯下，略与鏈軸平行；較其他角毛粗壯，有4行小刺，有时鏈端角毛基部細，向外斜伸或垂直伸出时逐漸加粗，末端又向內弯轉如鐮刀狀，轉弯处最粗(圖8 a, b)；有时在鏈中間之細胞亦生似端角毛般的粗短角毛，略呈对角綫伸出(圖8a)，或与端角毛伸出情形相同。

每細胞有一色素体，靠近寬环面，色素体中央有一核样体。

休眠孢子生于母細胞中央，初生壳如丘状凸起，壳面遍生許多小刺；成熟后初生壳

邊緣尚生一圈小点, 后生壳邊緣較平, 仅中央部分凸起, 生数根粗长刺。

这是烟台沿岸極普通的种类, 唯以秋季最多, 鮎魚漁場中亦有。此种为近岸、广温性。广泛分布在南温带海水中。曾發現于我国舟山, 平潭(福建), 东山(福建), 厦門, 台灣海峽及香港。世界分布也很普遍, 自巴倫支海, 白令海, 日本沿岸, 地中海, 爪哇海, 温带大西洋, 太平洋都有。在美国加利福尼亚州沿岸从 5 月到 8 月常大量繁殖 (Cupp, 1943)。在黑海中除西北海区稀少外, 沿岸各地和各港口春秋两季大量出現, 常造成秋季“水花”(Цветение), 休眠孢子在 10 月很多, 有时在早春大量出現, 小孢子也出現于 10 月 (Про.-Лавренко, 1955)。

小久保(1955, pp. 181—182) 創 *Ch. affinis* f. *singularis* Kokubo。它的特征是: 細胞单独生活, 角毛与壳面长軸平行伸出, 有时作成这样的 2—3 个細胞的群体; 而单細胞者仅一壳的角毛与原种的端角毛相似; 在壳面中央有明显的中央刺; 有时有休眠孢子, 其形状与原种者同。

在烟台标本中也見到本种的单細胞个体(圖 8, f), 唯其一壳角毛略与壳面长軸垂直伸出, 另一壳的角毛与原种端角毛相同。我們認為这是由原种的孢子所形成的年青个体, 不应看作另外一种而命以新名。

据小久保(1955) 研究日本青森灣中标本, 記述其鏈端細胞上壳面中央之小刺及細胞間隙在暖季及冷季有明显变化, 在暖季此小刺尚明显些, 而在冬季 1、2 月間則大多数标本都看不出有小刺。其細胞間隙亦有夏寬冬窄之变化。烟、威海鮎魚漁場及烟台沿岸夏秋两季的标本与青森灣的暖季类型相似。

8a. 繞鏈角毛硅藻 *Chaetoceros affinis* var. *circinalis* (Meunier) Hustedt, 1930. (圖 8a)

Hustedt, F. (1930); *Kieselalgen*, pt. 1, p. 697, fig. 397.

同种异名: *Ch. Schütt* var. *circinalis* Meunier, 1913.

本变种与原种之区别为角毛之弯曲度不同, 其角毛与鏈軸垂直伸出, 末段都弯轉略呈半圓形, 繞于鏈周。端角毛較原种細且长, 亦生 4 行小刺。

在沿岸秋季曾采到, 数量不多。我国仅在青島曾有記錄。

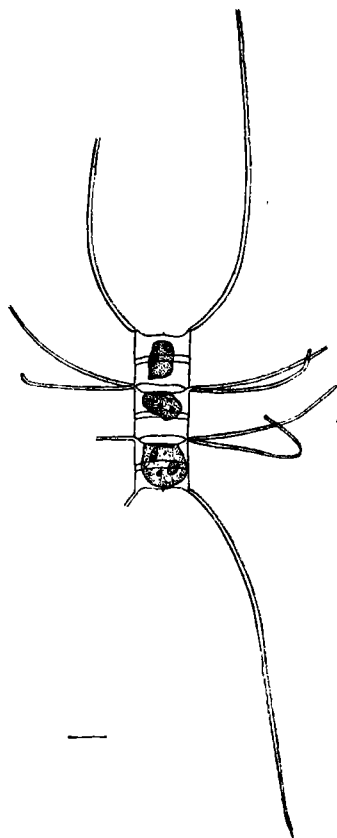


圖 8a 繞鏈角毛硅藻  
表示細胞的寬環面。

Fig. 9 *Ch. affinis* var. *circinalis* (Meunier) Hustedt, showing a short chain in broad girdle view.

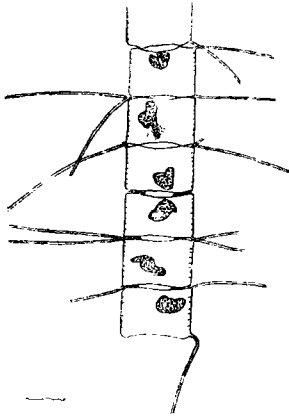


圖 9 双脊角毛硅藻  
表示細胞鏈的寬環面。

Fig. 10 *Ch. costatus* Pavillard,  
showing the terminal part of  
a chain in broad girdle view.

### 9. 双脊角毛硅藻 *Chaetoceros costatus* Pavillard, 1911. (圖 9)

Pavillard, J. (1911); Bull. Soc. Bot. France, vol.  
58, p. 24, fig. 1, B. C.

同种异名: *Chaetoceros adhaerens* Mangin, 1913.

細胞鏈直或略弯, 寬 18 微米 [Ikari (1926), 23—40 微  
米; Cupp (1943), 12—24 微米]。細胞寬環面長方形, 大  
都寬大于高, 角圓, 生許多間插帶, 帶端較尖呈楔形, 在寬  
環面中央貫壳軸上銜接如鋸齒狀。壳面橢圓形, 中央部  
分微凹, 每一壳面在靠近壳面長軸兩端的兩側各生一個  
突起 (每一壳面共生 4 個突起), 与邻細胞壳面的突起借  
膠質相連接; 因之自寬環面看去, 共有 3 個細胞間隙, 其  
中央的一個較大, 呈細紡錘形, 兩邊的两个則甚小。角毛

細弱, 自細胞角稍向內處生出, 伸出方向不一, 鏈端角毛与其他角毛相同。

每細胞中有一個大片狀色素體, 靠  
近寬環面。

据 Cupp (1943, p. 127) 观察, 美国  
西海岸本种之休眠孢子生于母細胞中  
央, 初生壳圓形有小刺; 后生壳小而圓無  
小刺。烟台近岸标本中未見到其休眠孢  
子。

1954 年 9 月在沿岸曾采到一次, 数  
量極少。本种为近岸性、暖水种。曾發  
現于地中海, 英国大西洋沿岸, 美国南加  
利福尼亚州外海及加利福尼亚灣 (3、4 月  
間很多), 日本瀨戶及青森灣 (数量都不  
多)。

### 10. 柔弱角毛硅藻 *Chaetoceros* *debilis* Cleve, 1894. (圖 10)

Cleve, P. T. (1894); Bih. Kongl.  
Svensk. Vet.-Akad. Handl., vol. 20, pt.  
3, No. 2, p. 13, pl. 1, fig. 2.

同种异名: *Chaetoceros vermiculus*

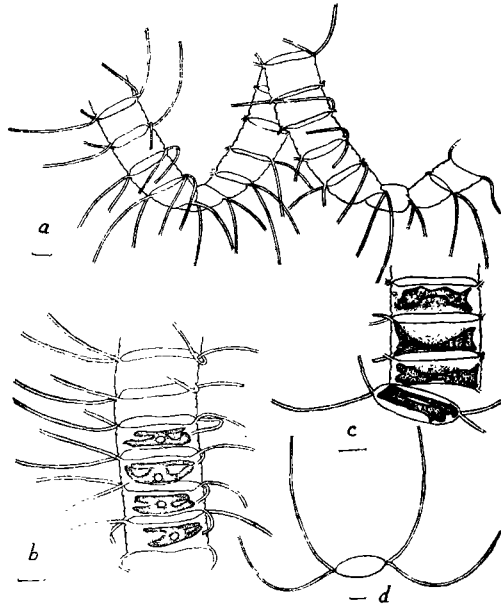


圖 10 柔弱角毛硅藻

a) 長的細胞鏈, 表示細胞鏈呈螺旋狀彎曲; b) 細  
胞鏈的寬環面; c) 細胞鏈的寬環面及同鏈細胞的  
壳面現; d) 壳面現。

Fig. 11 *Ch. debilis* Cleve, showing the curved  
chain (a), chain in broad girdle view (b); part  
of a chain with a cell in valve view (c) and  
a single cell in valve view (d).



Schütt, 1895; *Ch. vermiculus* var. *typica* Schütt, 1895; *Ch. vermiculus* var. *curvata* Schütt, 1895.

細胞鏈長，呈螺旋狀彎曲；寬 15—40 微米 [Hustedt (1930), 9—40 微米]。細胞寬環面四角形，寬大於高，角圓。壳面長橢圓形，平或中央微凸。壳套小於細胞高度的  $\frac{1}{3}$ ，與環帶相接處有極小凹溝，可以辨認 [Hustedt (1930) 及 Cupp (1943) 皆記述無凹溝，Про-Лавренко (1955) 則謂凹溝不明顯；但烟台標本的小凹溝明顯可辨]。細胞間隙長條形，兩邊平行或中央微縮。角毛細而彎，自細胞角稍向內處生出，經一極短距離後，與鄰細胞角毛相會，然後作弧狀彎曲，向螺旋狀鏈凸起的方向伸出，與鏈軸垂直。端角毛與其他角毛無明顯差別。

每細胞中靠近環面有一個色素體，內包一核樣體。

休眠孢子生于母細胞中央，初生壳及後生壳面各有 2 突起如駝峰。初生壳兩邊各生一大刺，伸入母細胞角中。後生壳平滑或生二不發達的細刺 [Hustedt (1930), Cupp (1943)]。烟台標本中尚未見到其休眠孢子。

沿岸秋季常采到，鮎魚漁場中稀少。此種為近岸性，北溫帶種。曾發現於我國舟山，歐洲大西洋沿岸，英吉利海峽，波羅地海，北極海，巴倫支海，白海，白令海，鄂霍次克海，日本海北部，日本北海道及青森縣沿岸，美國加利福尼亞州沿岸，澳洲新南威爾士沿岸。

### 11. 旋鏈角毛硅藻 *Chaetoceros curvisetus* Cleve, 1889. (圖 11)

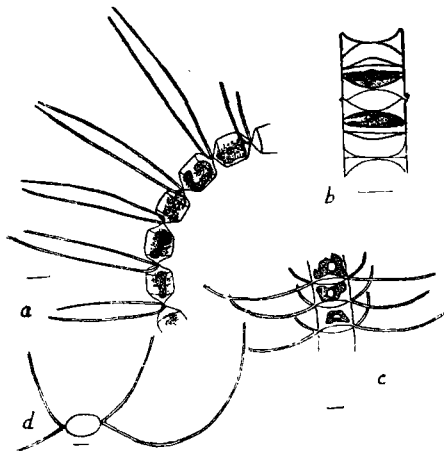


圖 11 旋鏈角毛硅藻

a) 細胞鏈(窄環面觀); b) 具休眠孢子的細胞鏈(寬環面觀); c) 細胞鏈(寬環面觀); d) 壳面。

Fig. 12 *Ch. curvisetus* Cleve, showing a chain in narrow girdle view (a), 2 chains in broad girdle view (b,c), resting spores (b) and a cell in valve view (d).

Cleve, P. T. (1889); Vidensk. Udb. Ka-nonbaad. Haucks. Tugt. danske Have, p. 55.

同種異名: *Chaetoceros spec.* Schütt, 1889; *Ch. cochlea* Schütt, 1895.

細胞鏈長，呈螺旋狀彎曲，寬 7—26 微米。細胞寬環面四方形，相鄰二細胞角互接觸。壳面橢圓形，凹下。壳套小於細胞高度的  $\frac{1}{3}$ ，與環帶相接處有很小凹溝。細胞間隙紡錘形、橢圓形或圓形。角毛細而平滑，自細胞角生出即與鄰細胞角毛交叉粘接。全部角毛都彎向鏈的凸側。鏈端角毛與其他角毛無明顯的差別。

靠近細胞環面有一個含一核樣體的色素體。

休眠孢子約生于母細胞中央，在休眠孢

子之一端繞有自母細胞壁生出的增厚膜。休眠孢子兩壳略圓，壳面平滑無小刺，唯在初生壳邊緣有一圈小點。

秋季 9 至 10 月間在近岸采到很多，但鮫魚漁場中稀少。本種為南溫帶及北方種 [Cupp (1943), Cleve-Euler (1951), Киселев (1955), Про.-Лавренко (1955)]。曾發現於我國青島及廈門；白海，巴倫支海，北歐大西洋沿岸，歐洲各海（包括地中海），黑海沿岸，美國加利福尼亞州沿岸，日本海，澳洲新南威爾士沿岸。

Про.-Лавренко (1955, p. 131) 在黑海標本中，發現此種的復大孢子及小孢子在 10 月初出現，休眠孢子在春、秋出現。在煙台近海秋季常看到休眠孢子，復大孢子及小孢子尚未見到。

12. 擬旋鏈角毛矽藻 *Chaetoceros pseudocurvisetus* Mangin, 1910. (圖 12)

Mangin, L. (1910); Bull. Soc. Bot. France, vol. 57, p. 350, fig. 4, II.

細胞鏈長，呈螺旋狀彎曲，寬 7—40 微米 [Hustedt (1930), 15—50 微米; Cupp (1943), 13—19 微米]。細胞寬環面四角形，角稍圓。壳面橢圓至近圓形，凹下。生 4 個小突起（在壳面長軸兩端的两側各生一個），與鄰細胞的突起相連接；有時在壳面中央常生一小凹陷。壳套高，與環帶相接處無明顯凹溝。細胞環面有間插帶（20 微米中約有 11 條），

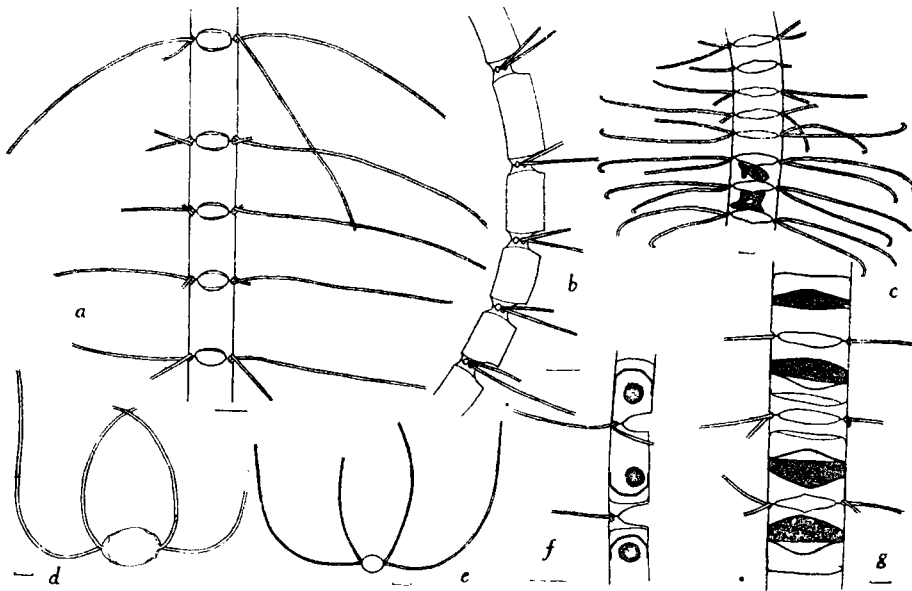


圖 12 擬旋鏈角毛矽藻

a, b, c) 三段細胞鏈 (a, c. 系寬環面觀; b. 系窄環面觀); d, e) 壳面觀; f, g) 具休眠孢子的細胞鏈 (f. 系微偏的細胞鏈, g. 系寬環面觀)。

Fig. 13 *Ch. pseudocurvisetus* Mangin, showing chains in broad girdle view (a, c, g), narrow girdle view (b) and half narrow girdle view (f); cell in valve view (d, e) and resting spores (f, g).

各間插帶在細胞寬環面沿細胞貫壳軸相連接，連接綫如鋸齒狀。自寬環面看去，細胞間隙分三部分，中央者大，呈橢圓形，兩側者小，圓形。角毛自細胞角稍向內處生出，經一短距離即與鄰細胞角毛交叉融接，然後彎向鏈之凸側。端角毛較其他角毛略粗，有橫紋及小刺[Cupp(1943), p. 138, fig. 94]。因細胞鏈長且彎，端角毛不易看到。

每細胞中有一個色素體，內包一核樣體，靠近細胞寬環面。

休眠孢子生于母細胞之一端，或靠近其中央，壳面平滑，無小刺。初生壳凸起如低丘，于壳之邊緣生一圈小點。後生壳扁平或略突起。在休眠孢子之一端，繞有自母細胞壁生出的增厚膜。

春、秋季在沿岸出現很多。鮎魚漁場中則很少。本種為近岸性、熱帶及亞熱帶種，在暖海沿岸分布很廣。曾發現于地中海，西歐大西洋沿岸，爪哇海，日本南海及陸奧灣，澳洲新南威爾士沿岸及我國青島、福建東山、廈門。

小久保(1955)引用 Ikari(1928, p. 251, fig. 6) 的報告把 *Chaetoceros sumatranum* Karsten 當作本種的同種異名，著者認為不妥。查閱 *Ch. sumatranum* 之原始定名文獻 [Karsten(1907), pp. 168(388)—169(389), Taf. XLV, fig. 2, 2a]，其形態特征與 *Ch. pseudocurvisetus* 完全不同。Ikari (1928, p. 251, fig. 6 a, 6b) 僅將 *Ch. sumatranum* 加以描述，並未將 *Ch. sumatranum* 作為 *Ch. pseudocurvisetus* 的同種異名。

## 2. 二色體亞屬 *Subgenus Dichromatophorus*, *Subgen. Nov.*

本亞屬的種類每細胞有 2 色素體，都常具有不規則的突起，且各包一核樣體。包括 (1) 細胞單獨生活或連成短鏈 (*Ch. similis*)，(2) 細胞間隙寬大 (*Ch. lacinosus*, *Ch. anastomosans*, *Ch. didymus*) 和 (3) 細胞以細胞角相連結，壳套與環帶間有寬深凹溝 (*Ch. siamense*, *Ch. paradoxus*, *Ch. constrictus*, *Ch. Van Heurckii*) 的種類，都是近岸性，都能生休眠孢子。在煙、威鮎魚漁場和煙台沿岸共發現 8 種(14—21)。

### 13. 相似角毛硅藻 *Chaetoceros similis* Cleve, 1896. (圖 13)

Cleve, P. T. (1896); Bih. Kongl. Svensk. vet.-Akad. Handl. Vol. 22, pt. 3, No. 5, p. 30, Pl. 1, fig. 1.

同種異名: *Chaetoceros simile* var. *elongata* Axentjev, 1930; *Ch. pseudosimilis* Cleve-Euler, 1951; *Ch. similis* f. *solitarius* Pr.-Lavrenko, 1955.

細胞成短鏈或單獨生活，寬 7—18 微米。細胞寬環面正方形或長方形。壳面橢圓形，中央突起。相鄰壳面的突起相接觸，將狹窄的細胞間隙分隔成兩部。壳套高，與環帶相接處有很淺的小凹溝。角毛較細而直，平滑無小刺，自細胞角稍向內處生出，經一段距離始與鄰細胞角毛相交，呈直綫斜向射出。各細胞上相應位置的角毛近平行。鏈端角毛與其他角毛無明顯區別，射出方向略與其他角毛平行。

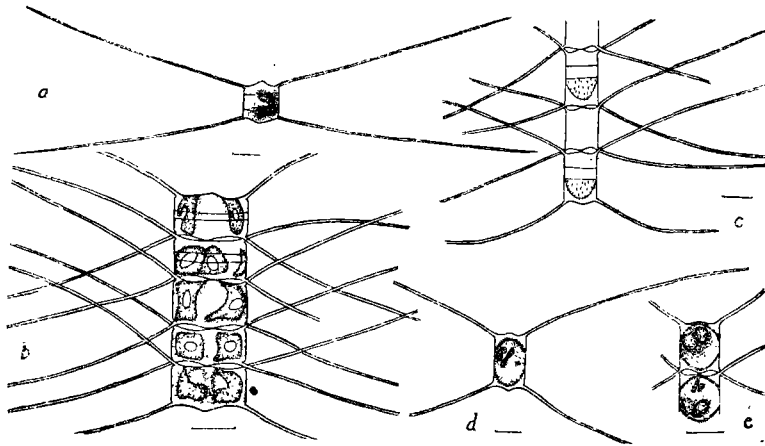


圖 13 相似角毛硅藻

a) 单独生活的細胞, 色素体上、下排列 (寬环面观); b) 細胞成鏈, 色素体左右排列, 靠近窄环面 (寬环面观); c, e) 有休眠孢子的細胞鏈 (寬环面观); d) 有休眠孢子的单独生活的細胞 (寬环面观)。

Fig. 14 *Ch. similis* Cleve, showing chains in broad girdle view (b, c, e), resting spores (c, e) and cells living singly (a, d) one of which contains a resting spore.

色素体盘状, 2 个, 各包一核样体。一在細胞的上部一在下部; 有时左右平列, 貼近寬环面或窄环面。

休眠孢子卵圆形, 生于母細胞中央, 两壳面皆生許多小刺。

4 月在沿岸采到很多。此种为近岸性, 北温带种, 在冷水中分布很多。曾發現于白令海, 巴倫支海, 叶尼塞灣 (Енисейский залив), 黑海敖德薩港和諾沃罗西斯克港 (Новорасийская бухта), 日本海西北部, 北大西洋, 欧洲沿岸直至挪威沿岸; 美国加利福尼亚州、阿拉斯加沿岸。

Axentjev (1930) 将本种之細胞高度达 30 微米者定为一新变种 *Chaetoceros similis* var. *elongata*。Про.-Лавренко (1955) 以为本种常由 2—4 細胞組成短直鏈, 而另把本种細胞单独生活、具較长角毛、壳套較高、休眠孢子亦較高的标本, 創一新变型称 *Chaetoceros similis* f. *solitarius*; 并認为此变型是近岸、广盐、淡咸水种类 (1955, p.p. 111—112, fig. 34)。

烟台浮游生物标本中, 本种之单独生活者較成鏈者为多, 两者都同时同地存在, 細胞构造在普通显微镜下無差別。測量 1954 年 4 月 12 日、13 日烟台港內标本及 14 日烟台海岸路标本的結果 (表 1) 表示細胞的高度、壳套的高度和休眠孢子的高度在单独生活的細胞和成短鏈的細胞都有很大的变化范围, 而这些变化的范围在这两种細胞基本上是相近的。因此不应把細胞高度大的分为一个变种, Axentjev 創的变种 *Ch. similis* var. *elongatas* 是不必要的 (形成孢子前細胞高度每可大增)。也不应把細胞单独生活的划出作一新型, Про.-Лавренко 所創的新变型 *Ch. similis* f. *solitarius* 也是多余的。

表 1 烟台产 *Chaetoceros similis* Cleve 各部分的大小范围

大小范围		测量部分		細胞寬度(微米)	細胞高度(微米)	壳套高度(微米)	休眠孢子高度(微米)	测量标本个数
細胞形式								
細胞单 独生活	不具休眠孢子	5.8—10.4	9.2—18.4	2.3—4.6		14		
	具休眠孢子	6.9—9.2	12.7—18.4	3.5—5.2	10.8—15	10		
細胞連 結成鏈	不具休眠孢子	5.8—17.3	10.4—23.0	3.5—4.6		10		
	具休眠孢子	6.9—10.4	12.7—17.3	2.9—5.8	11.5—15	11		

壳套的高度是本种一个稳定的特征,在烟台标本中,本种单独生活的細胞壳套高度和連結成鏈的細胞壳套高度变异都相当大,变化的范围基本是一致的。在单独生活和成鏈的細胞中的休眠孢子高度变异范围也和細胞高度变异的情况相同。因此 Про.-Лавренко 把壳套較高、休眠孢子較高和角毛較长看作可以創立新变型 *Ch. similis* f. *solitarius*,理由是不够的。在两个或三个細胞所成的短鏈中,常有細胞連結很疏松,或斜列而势将脫离的現象。根据这些原因,我們認為烟台浮游生物标本中,本种之細胞单独生活者与連結成鏈者都是 *Chaetoceros similis* 原种。細胞的高度,休眠孢子的高度和角毛的长度,对本种來說都因变化很大,不能作为創立新种、变种或新型的根据。故在形态的描述中修改了以往作者沿用的“細胞組成短直鏈”[Gran(1897, 1905), Hustedt(1930), Lebour(1930), Cupp(1943)]的說法,而明确肯定为“細胞成短鏈或单独生活”。

实际上角毛长度的变化范围很大,而且容易断掉,角毛断掉与否,在显微鏡下亦很难区别。故 Cleve—Euler 創的新种 *Chaetoceros pseudosimilis* 也应看作此种的同种异名。

#### 14. 桥联角毛硅藻 *Chaetoceros anastomosans* Grunow, 1881. (圖 14)

Grunow, A. (1881); In V. Heurck (1880—1885), Syn., Pl. 82, figs. 6—8.

同种异名: *Ch. anastomosans* var. *speciosa* Schütt, 1895; *Ch. externa* Gran, 1897; *Ch. anastomosans* var. *externa* (Gran) Hustedt, 1930.

細胞鏈直或微弯,鏈上細胞排列疏松,寬 11—22 微米[Ikari(1926), 日本瀨戶等地标本鏈寬 20—45 微米; Cupp(1943), 美国加利福尼亚州标本鏈寬 8—10 微米; Про.-Лавренко(1955), 苏联黑海标本寬 4.3—11 微米]。細胞寬环面方形,角圓。壳面平,微凹或微凸,椭圆或近圆形。壳套約为細胞高度的  $\frac{1}{3}$ , 与环带相接处有極淺凹沟。角毛細弱,生于近細胞角处,与鏈軸垂直或傾斜向各方向伸出;两邻細胞角毛并不直接交叉联接,距基部約 11—15 微米处,有一与角毛等粗,长 2—4 微米的横生联接棍将两相邻細胞的角毛联接起来。鏈端角毛长,略与鏈軸平行伸出。細胞間隙的寬窄,随联接棍的长短而变化。

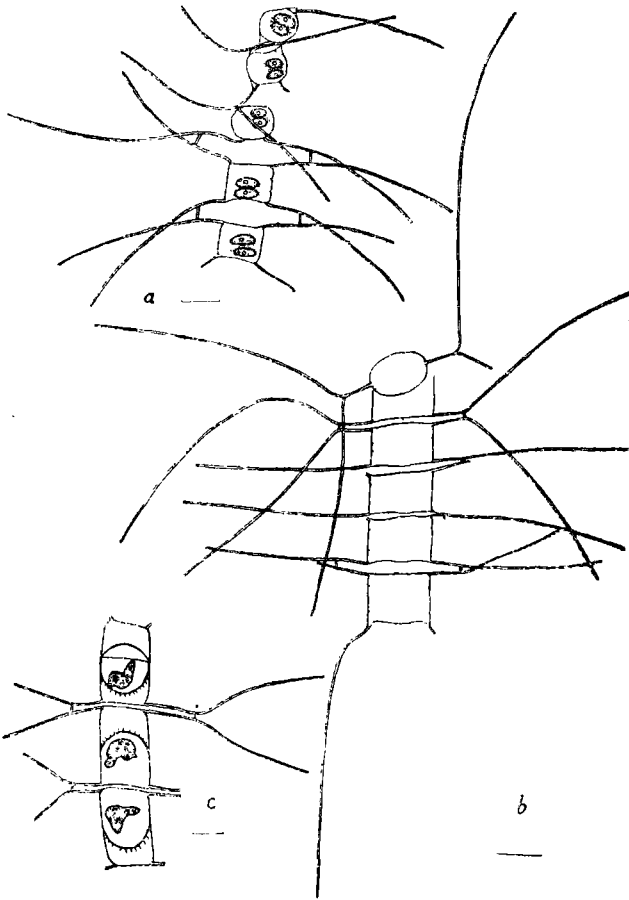


圖 14 桥联角毛硅藻

a) 表示窄环面观(上三细胞)及宽环面观(下二细胞); b) 宽环面观及同一链上一个细胞的壳面观; c) 具未成熟休眠孢子的细胞链(宽环面观)。

Fig. 15 *Ch. anastomosans* Grunow, showing 3 chains (a, b, c), resting spores (c) and a cell in valve view (b); a, with 2 lower cells in broad girdle view and 3 upper cells in narrow girdle view.

Hustedt (1930) 将联接横棍长 5—9 微米者列入 *Ch. anastomosans* 而将联接横棍长度为 1—2 微米者另创一变种 *Ch. anastomosans* var. *externa*(Grun.)。他指出此变种有下列特点: (1) 角毛间的横联接棍长仅 1—2 微米, (2) 细胞间隙窄, 壳面有时略凸起, (3) 每细胞中一个休眠孢子, 略偏于母细胞的一端, 壳面凸起, 但凸起程度不同, 两壳生许多散乱的直立小刺。我们认为这个变种是站不住的, 理由是:

(1) 联接相邻两细胞的横生联接棍的长度, 在烟台近海一网垂直采到的标本则为 2—4 微米; 据 Cupp (1943) 所观察太平洋东部标本为 4—7 微米; Ikari (1926) 的日本近海标本为 3—5 微米; Про.-Лавренко (1955) 的黑海标本为 1—2.5 微米。Grun 在 1897 年曾将此联接横棍甚短之标本名为 *Ch. externa*, 但在 1905 年, 他即将联接棍为 11 微

每细胞中有 2 色素体, 靠近环面, 每色素体中央有一核样体。

休眠孢子靠近母细胞中部。欧洲北海标本休眠孢子之初生壳与后生壳凸起程度不同, 壳面皆直立许多散乱的小刺 (Grun, 1905)。黑海标本休眠孢子之两壳凸起差不多相等, 两壳亦都生许多小刺, 唯初生壳之小刺较后生壳者略大 (Про.-Лавренко, 1955)。在烟台标本中只见到几个未成熟的休眠孢子。

1954 年 9 月底至 11 月初曾在沿岸采到, 数量稀少。本种为近岸性、温带、广温、广盐种 (Про.-Лавренко, 1955)。曾发现于日本海萨哈林岛沿岸, 日本北海道忍路、纪州瀬户、青森湾; 北海南部, 亚得里亚海 (Adriatic Sea), 黑海, 南欧沿岸; 太平洋加利福尼亚州沿岸。数量都不多。

米的标本鑒定为 *Ch. anastomosans* Grunow, 而将其在 1897 年創的新种 *Ch. externa* 列为同种异名。由此可見此联接横棍长度的实际变异范围是 1—11 微米, 不应将横棍长度为 1—2 微米者另創一变种。Hustedt (1930) 自己在 *Ch. anastomosans* Grun. 描述中所引用 Schussnig 的插图 (p. 744, fig. 429, b), 可以看到同一鏈上的細胞, 壳面形状不一, 有的扁平, 有的中央凸起或凹下; 并且角毛間联接横棍的长度和細胞間隙的寬窄变化都很大, 与其所創变种 *Ch. anastomosans* var. *externa* (Gran) 的特征混淆不清。

(2) Hustedt (1930) 所描述的 *Ch. anastomosans* var. *externa* (Gran) 的休眠孢子

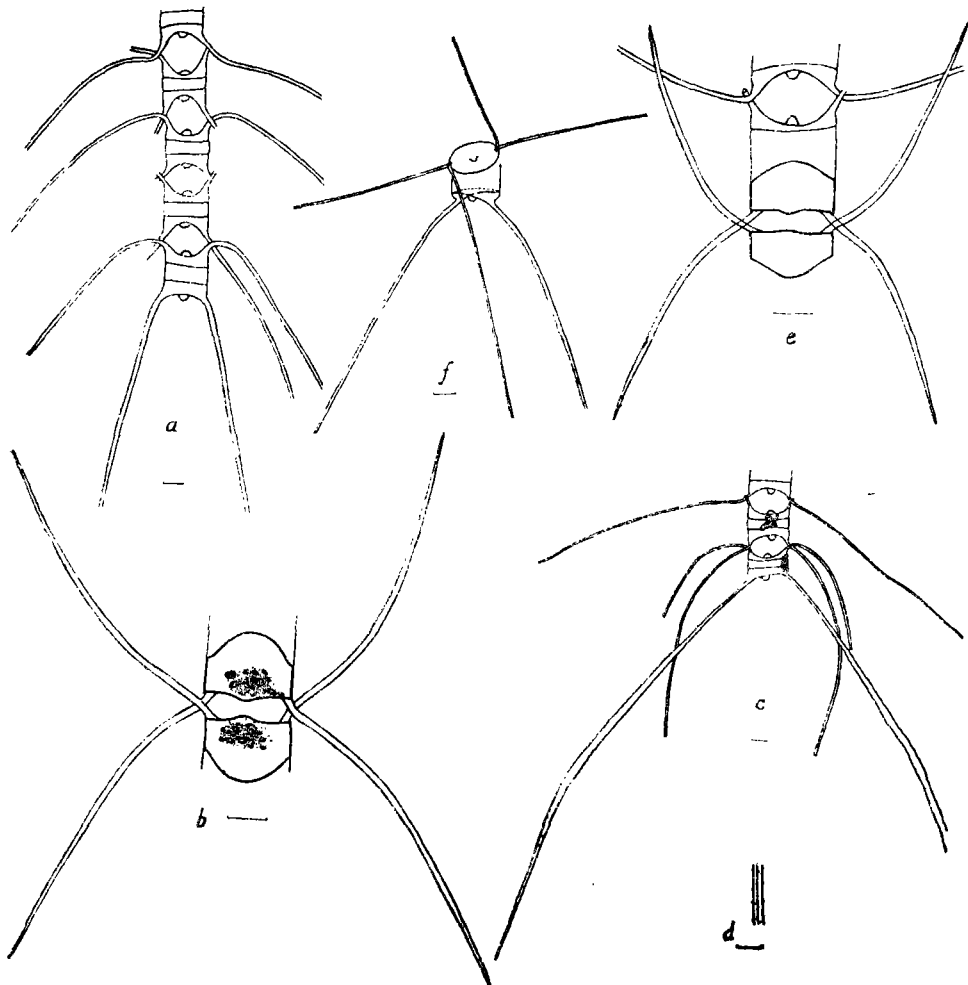


圖 15 双孢角毛硅藻

a, e) 两段細胞鏈(寬环面观; e 具休眠孢子); b) 休眠孢子; c) 一段端角毛特別粗大的細胞鏈; d) c 圖鏈端角毛的放大圖; f) 鏈端細胞的半側面和同一鏈上細胞的壳面观。

Fig. 16 *Ch. didymus* Ehrenberg, showing chains in broad girdle view (a, b, c, e), resting spores (b, e) and cell in valve view (f).

实与 *Ch. anastomosans* Grun. 休眠孢子没有区别。

15. 双孢角毛硅藻 *Chaetoceros didymus* Ehrenberg, 1846. (圖 B 及 15)

Ehrenberg, C. G. (1846); Ber. Akad. Wiss. Berl. 1845, p. 75; 1854, Mikrogeol., pl. 35 A, fig. XVII, 5; fig. XVIII, 4.

同种异名: *Goniothecium gastridium* Ehrenberg, 1844; *Chaetoceros gastridium* Ehrenberg, 1845; *Ch. mamillabum* Cleve, 1889; *Ch. didymus* var. *hiemalis* Tempere & Peragallo, 1907; *Ch. didymus* var. *genuina* Gran et Yendo, 1914.

細胞鏈直, 一般寬 15—52 微米。細胞寬環面四角形。壳面橢圓形, 凹下, 中央部分生一半球狀小突起, 在寬環面特別顯著。壳套的高度不超過細胞高度的  $\frac{1}{3}$ , 与环带相接处有小凹沟。細胞間隙大, 呈紡錘形或近圓形。角毛細長, 上生 4 行小突起; 角毛自近細胞角处生出經短距离后即与邻胞角毛相会, 然后斜向外伸。鏈端角毛与其他角毛相同或比鏈上其他角毛略粗, 或特別粗大, 以 V 或 U 形向鏈端伸出。

每細胞內有 2 个色素体, 各靠近細胞一壳面, 每一色素体靠近壳面之半球狀突起处各有一核样体(圖 B)。

休眠孢子在母細胞剛剛分裂之后形成, 在子細胞中新生出的一壳壳面長軸的两端各生一根短而粗的角毛。两相邻休眠孢子初生壳的对应角毛相交(交叉后傾斜伸出)使两个休眠孢子联合, 有成对存在的現象。后生壳面平滑無刺。

夏季在沿岸常采到, 数量很多。1954 年 5 月初在烟台近岸标本中曾見到寬 52 微米、高 8 微米的休眠孢子。鮫魚漁場中亦常發現。本种为近岸性、南温带种。曾發現于我国厦門及青島; 太平洋, 大西洋, 地中海, 爪哇海, 苏联日本海沿岸, 日本沿岸, 澳洲新南威尔士沿岸, 都常大量出現。

16. 垂緣角毛硅藻 *Chaetoceros lacinosus* Schütt, 1895. (圖 16)

Schütt, F. (1895); Ber. d. deutsch. Bot. Ges., Vol. 13, p. 38, fig. 5.

同种异名: *Chaetoceros commutatus* Cleve, 1896; *Ch. distans* var. *laciniosa* Peragallo, 1905.

細胞鏈直或微弯, 寬 17—37 微米 [Hustedt (1930), 10—42 微米; Про.-Лавренко (1955), 8—17.5 微米]。細胞寬環面长方形或正方形, 角圓。壳面橢圓形, 中央微凸。壳套約抵細胞高度的  $\frac{1}{3}$ , 与环带相接处有小凹沟。細胞間隙大, 略呈长方形, 中央略窄, 角圓。角毛細長, 自細胞角稍向內处生出, 基部与鏈軸略平行, 經一段距离与邻細胞角毛交会后, 即向外斜伸, 各角毛末端往往都弯向鏈之一端。端角毛較其他角毛粗而短, 縱生 4 行小刺, 自寬環面看去与鏈軸略平行, 或向两旁斜伸, 或交叉; 有些鏈端角毛仅較其他角毛略粗, 別無明显区别。

色素体 2 个, 盘状, 具不規則的凸出部, 各靠近細胞之一壳面, 其中央各含一核样体。



休眠孢子靠近母細胞之下壳，略呈橢圓形，兩壳面皆平滑無小刺。

在沿岸 4—7 月間出現很多，鮎魚漁場中亦有分布。此種為近岸性，南溫帶種。曾發現於蘇聯巴倫支海、白海、契沙灣(Чешская губа)、喀拉海(Карское море)、楚克奇海(Чукотское море)、黑海、白令海、日本海，日本沿海(北自北海道之忍路，高島，噴火灣，南至沖繩島那霸沿岸皆有發現)，歐洲及美洲北大西洋沿岸，北美太平洋沿岸，地中海，爪哇海，澳洲新南威爾士沿岸。

### 17. 窄面角毛硅藻 *Chaetoceros paradoxus* Cleve, 1873. (圖 17)

Cleve, P. T. (1873); Examination of diatoms found on the surface of the Sea of Java, p. 10, pl. III, fig. 16.

細胞鏈直且長，寬 19—26 微米。細胞壁較厚，寬環面長方形，角尖，兩鄰細胞之角長相接觸。壳面橢圓形，凹下，鏈端細胞上壳面中央有一小刺。環帶很狹，壳套大於細胞高度的  $\frac{1}{3}$ ，兩者相接處有深凹溝。細胞間隙略呈橢圓形。角毛細長，自細胞角生出後即與鄰細胞角毛相會，而逐漸傾斜彎向鏈端。自壳面看去，兩鄰細胞角毛基部粘接於一點，約交叉成  $90^\circ$  角，與細胞壳面短軸略平行伸出。端角毛無明顯區別，生自細胞角，約與鏈軸平行伸出，中途常交叉相遇，故細胞鏈常呈窄環面出現。

每細胞中有 2 色素體，平靠於環帶上、下兩側的寬環面，其中各包一核樣體。細胞核位於兩色素體的中間。

Ikari (1926, pp. 528—529) 稱休眠孢子近母細胞中部生出，壳面平滑無小刺，後生壳較初生壳凸起小，在生休眠孢子的細胞中常見到一薄膜，繞於後生壳外環帶邊緣的凹溝上。而小久保(1955, pp. 182—183) 則謂休眠孢子生于母細胞中央，其後生壳較初生壳突起顯著，兩壳面皆平滑。他們所觀察的情況並不完全一致。烟台標本中尚未見到

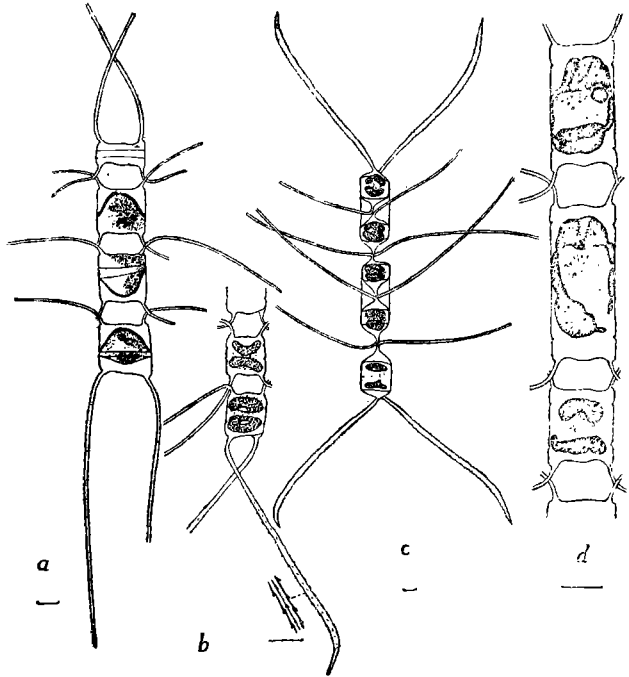


圖 16 垂緣角毛硅藻

a) 細胞鏈的寬環面；b) 具粗短角毛的胞鏈（寬環面）；c) 具短粗端角毛的細胞鏈（窄環面觀）；d) 一段具將分裂細胞的細胞鏈的寬環面觀。

Fig. 17 *Ch. lacinosus* Schütt, showing chains in broad girdle view (a, b, d), narrow girdle view (c) and thick terminal setae (b, c).

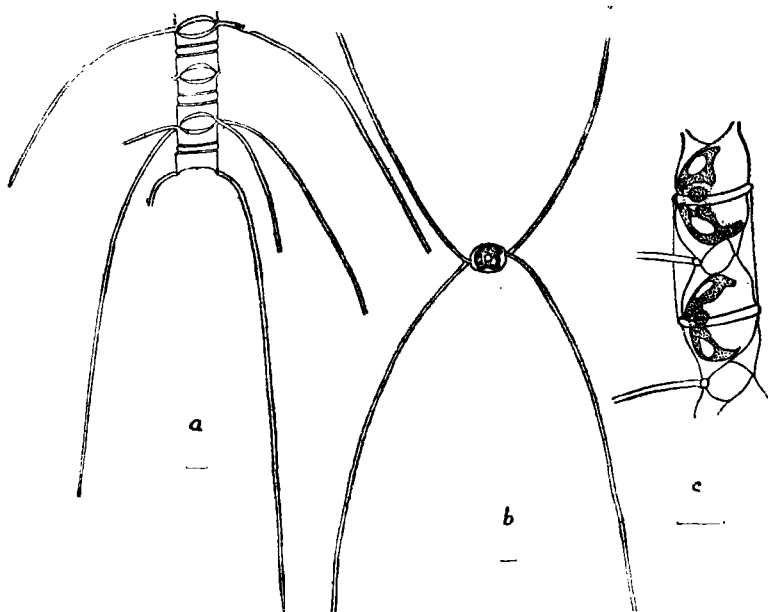


圖 17 窄面角毛硅藻

a) 細胞鏈的寬環面現；b) 細胞的壳面現；c) 細胞鏈的半側面（微偏的寬環面），表示其色素體位於細胞核的兩邊，平靠細胞的寬環面，每一色素體各包一核樣體。

Fig. 18 *Ch. paradoxus* Cleve, showing chains in broad (a) and half narrow girdle view (c), and also a cell in valve view (b).

其休眠孢子。

1953年及1954年夏秋之交，在沿岸經常采到。此種為暖海性。曾發現于爪哇河，日本志摩沿岸、紀州瀨戶、陸奧灣。

小久保(1955, pp. 182—183)記載本種角毛之方向與壳面長軸平行，故當在顯微鏡下檢查時，大都看見窄環面，而看不到寬環面。觀察烟台標本，以及 Ikari (1926, pp. 258—259) 并參考小久保所引用 Allen & Cupp (1935) 之圖版[小久保(1955)第206圖，a-c]，本種之角毛都是以與壳面長軸垂直的方向伸出，并非平行，小久保對此點的敘述顯有錯誤。

烟台近岸標本角毛多平滑無小刺，而青島近岸8月采的標本則角毛多生小刺。爪哇海的標本角毛上常有突起或小刺[Allen & Cupp (1935)]。可見角毛上有無小刺在此種的分類特征上并無重要意義；但是在生態方面是值得注意的。

Cleve (1901) 記述每一細胞僅有一個色素體，沿環帶而伸張；小久保 (1955) 亦記述有一色素體。此與烟台近海標本不相同。

#### 18. 深環溝角毛硅藻 *Chaetoceros constrictus* Gran, 1897. (圖 18)

Gran, H. H. (1897); Den Norske Nordh.—Exped. 1876—1878, Bot. Protoph., p. 17, pl. 1, figs. 11—13, pl. 3, fig. 42.

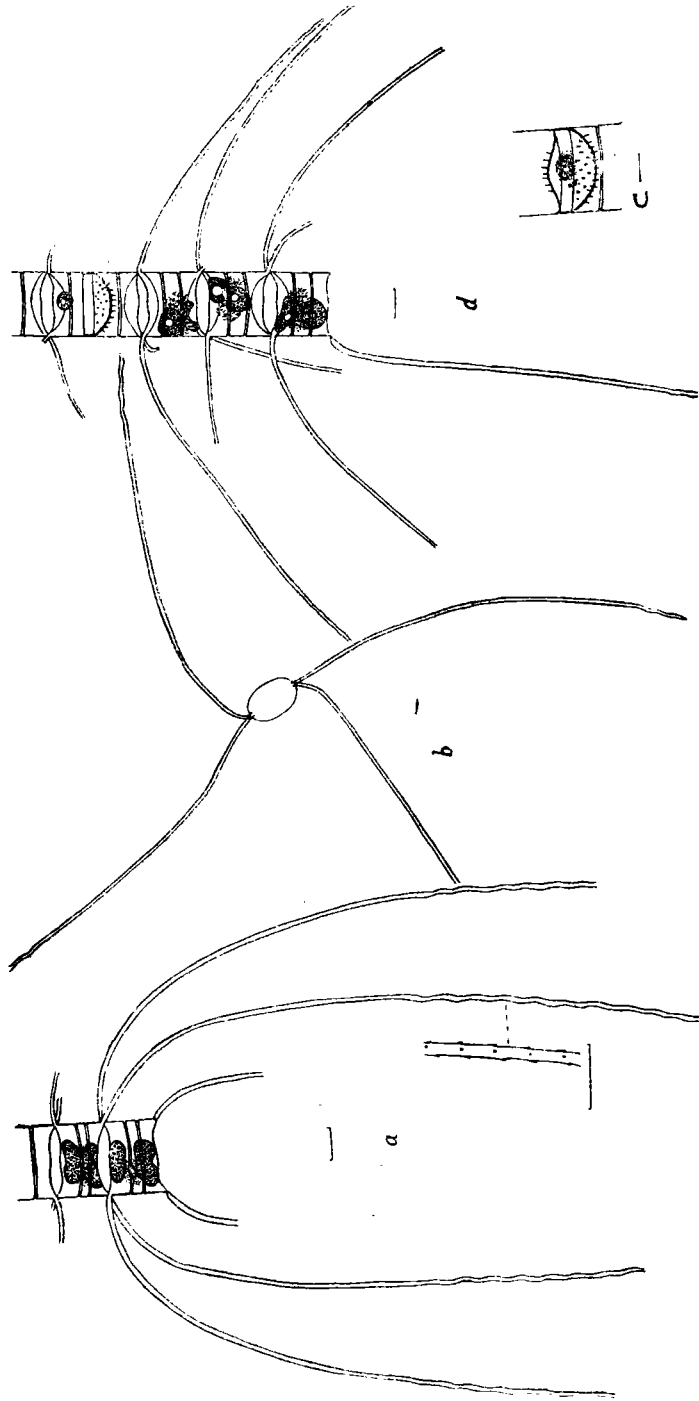


圖 19 深环沟角毛硅藻

a, d) 两段細胞鏈的寬环面观; b) 壳面观; c) 休眠孢子。

Fig. 18 *Ch. constrictus* Gran. showing chains in broad girdle view (a, d), structure of setae (a), cell in valve view (b) and a resting spore (c).

細胞鏈直，寬 15—30 微米[Cupp(1943), 12—36 微米]。細胞寬環面長方形，角尖。壳面橢圓形，平或微凹，其中央部分常微凸。壳套約占細胞高度的 $\frac{1}{3}$ ，与环带相接处有深凹沟。細胞間隙呈紡錘形，中央部分稍窄。角毛細長，后半段有 4 行小刺，角毛自細胞角生出即与邻細胞角毛相会，然后略与鏈軸垂直伸出，逐漸弯向鏈端。鏈端角毛呈 V 状向鏈軸兩側分开，其构造与其他角毛同。

每細胞內有 2 色素体，各靠近一壳面。

休眠孢子生于母細胞中央，初生壳呈半圓形凸起，壳面遍生小刺，后生壳邊緣平，仅中央部分凸起，壳頂生数根小刺。

夏秋之交在沿岸常可采到。但鮎魚漁場中分布很少。本种为近岸性，北温带种。曾發現于北大西洋沿岸，自亚速尔(Azoren)群島至北冰洋南部；东太平洋，美国加利福尼亚州沿岸；苏联日本海沿岸及薩哈林島沿岸；千島；日本高島、青森灣，爪哇海。

Hustedt(1930) 記述其端角毛較其他角毛粗壯；Cupp(1943) 記述端角毛有明显区别；在烟台标本端角毛与其他角毛的区别不显著。

Gran(1915, 1c) 曾記述其复大孢子之生成，烟台标本中尚未見到复大孢子。

#### 19. 范氏角毛硅藻 *Chaetoceros Van Heurckii* Gran, 1897. (圖 19)

Gran, H.H. (1897); Den. Norske Nordh.—Exped. 1876—1878, Bot. Protoph., p. 18.

細胞鏈直，寬 18—37 微米。細胞寬環面四角形，角尖。壳面橢圓形，凹下，端細胞之上壳面中央常生一小刺。壳套約占細胞高度的 $\frac{1}{3}$ ，与环带相接处有明显的深沟。細胞間隙紡錘形。角毛細長，自細胞角生出即与邻細胞角毛相会；約与鏈軸垂直伸出，再逐漸弯向鏈之一端。端角毛与其他細胞之角毛有明显区别，粗而短，有 4 行小刺，与鏈軸約成 45° 角生出后，即弯向鏈之一端，而向鏈軸兩側分开，有时末端又稍向內收攏。

色素体 2 个，各靠近一壳面。

休眠孢子生于母細胞中央，初生壳呈半圓形凸起，表面生許多小刺，后生壳凸起較小，壳面亦生許多小刺，其邊緣还有一圈平行的細刺[Cupp(1943 p. 123) 記載仅于其壳頂生 2、3 根粗长刺]。

Ikari(1926, p. 524) 曾記述其复大孢子生于母細胞之环面，孢子之长軸(貫壳軸)与母鏈鏈軸形成銳角。

5 月初在沿岸采到，但鮎魚漁場中甚罕見。本种为南方沿岸性。曾發現于爪哇海；日本北自北海島南至紀州瀨戶皆有，陆奥灣亦有記錄。

本种与 *Ch. constrictus* Gran 極相似，唯本种鏈端角毛較粗，并密生显著的小刺，休眠孢子后生壳邊緣有一圈平行的細长刺。

关于本种的鑒定，文献中曾出現过一些錯誤的記載，如Karsten[1907, p. 391(171),

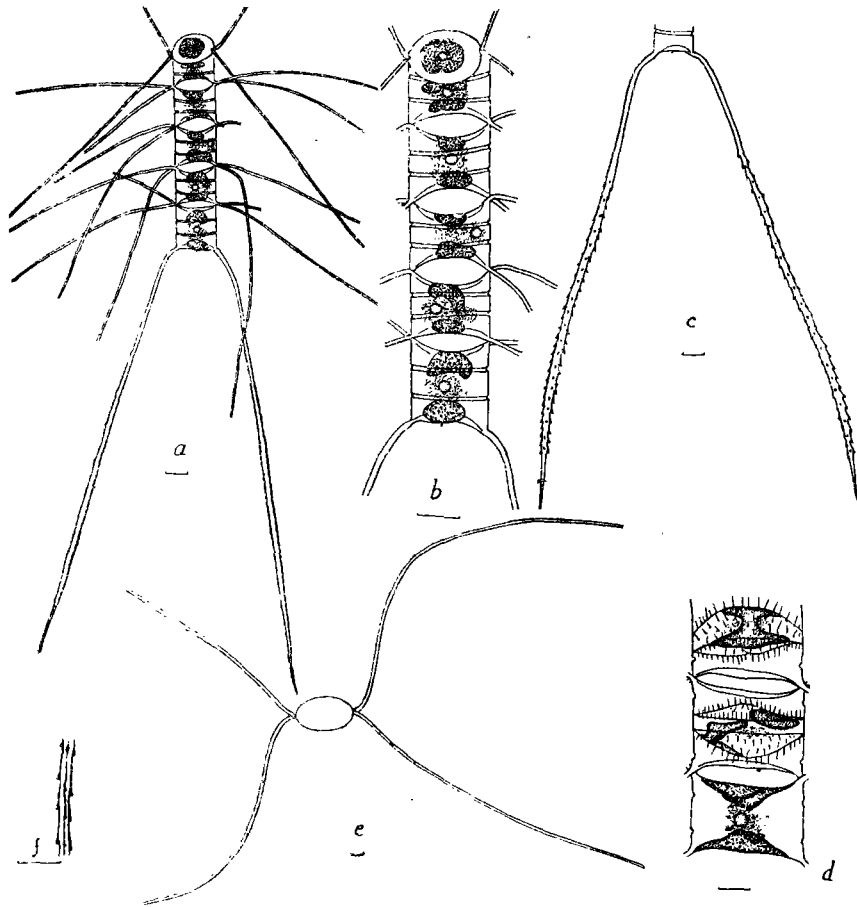


圖 19 范氏角毛硅藻

a) 細胞鏈的寬環面及同鏈細胞的壳面觀；b) 是a圖的放大圖；c) 細胞鏈端細胞的上壳面及端角毛(寬環面觀)；d) 具休眠孢子的細胞鏈(寬環面觀)；e) 細胞壳面觀(是與d同屬一鏈的細胞)；f) 一段端角毛。

Fig. 20 *Ch. Van Heurckii* Gran, showing chains in broad girdle view (a,b,d,) structure of terminal setae (c,f), cell in valve view (e) and resting spores(d).

Taf. XLIV(Taf. X)]所記載的 *Ch. Van Heurckii* Gran 既未看到其角毛及休眠孢子，而且其色素體亦只有一個，與本種之特征實不相符。而 Ostenfeld(1912, 1915) 也將他種誤認為 *Ch. Van Heurckii*[Ikari(1926), p. 524]。Van Heurck 的報告(1880—1881, pl. 82, fig. 23)中，則把 *Ch. Van Heurckii* 誤認為是 *Ch. Ralfsii* Cleve[Gran(1897), p. 18]。Allen & Cupp(1935) 與小久保(1955) 可能是都把 *Ch. siamense* Ost. 誤認為本種。

#### 20. 暹羅角毛硅藻 *Chaetoceros siamense* Ostenfeld, 1902. (圖 20)

Ostenfeld, C. H.(1902), Marine Plankton Diatoms, Johs. Schmidt: Flora of Koh-Chang. Pt. 7.

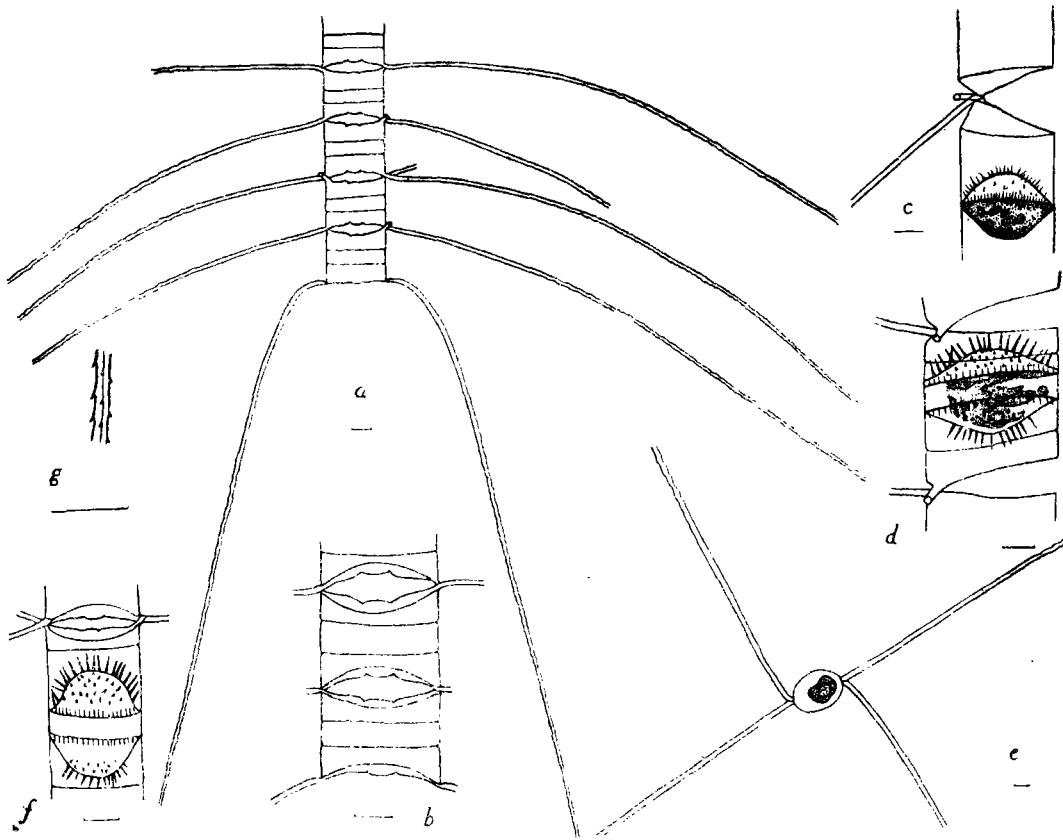


圖 20 暹罗角毛硅藻

a,b) 細胞鏈的寬環面觀；c,d,f) 具休眠孢子的細胞鏈（e,d 微偏的窄環面；f 是寬環面觀）；e) 壳面觀；g) 端角毛的一段。

Fig. 21 *Ch. stamense* Ostenfeld, showing chains in broad girdle view (a, b, f), half narrow girdle view (c, d), structure of terminal setae (g), detailed morphology of aperture (b), resting spores (c, d, f) and a cell in valve view (e).

同种异名: *Chaetoceros misumense* Gran & Yendo, 1914.

細胞鏈長且直，寬 26—40 微米 [Ikari (1928), 25—60 微米]。細胞寬環面四角形。壳面橢圓形。壳套約為細胞高度的  $\frac{1}{3}$ ，與環帶相接處有明顯的凹溝。細胞間隙紡錘形，每一壳面中央有 2 小凹陷。角毛較粗而長，自細胞生出一段距離後開始生 4 行小刺（有小刺部分約占角毛全長的  $\frac{3}{4}$  以上）；角毛自細胞四角生出即與鄰細胞角毛相會，緩慢傾斜彎向鏈端。端角毛之構造與其他角毛相同，在寬環面看去與鏈軸成  $90^\circ$  角生出，旋即彎下，末段又向鏈軸兩側分開。

色素體片狀，2 個，各靠近細胞之一壳面，各有一核樣體。

休眠孢子生子母細胞中央，初生壳及後生壳皆凸起，兩壳邊緣各生一圈平行的小刺，壳面亦生小刺；唯初生壳凸起較大，小刺較粗且硬，後生壳凸起較瘦小。

7—9 月間在沿岸常采到。近岸性种。曾發現于里海, 朝鮮海峽, 日本御座 (志摩)、紀州瀨戶、串本、三隅、青森灣、与謝内海。

Allen & Cupp (1935, p. 139, fig. 65) 所記述爪哇海之 *Ch. VanHeurckii* Gran, 壳面有明显的 2 凹陷, 将 *Ch. siamense* Ostenfeld 誤認成 *Ch. Van Heurckii* Gran。小久保 (1955, p. 177, fig. 199) 在記述 *Ch. Van Heurckii* Gran 时又轉載了 Allen & Cupp (1935) 鑒定錯了的圖。

### 3. 多色体亚屬 Subgenus Polychromatophorus Subgen. Nov.

本亚屬的种类每細胞都具有多数色素体, 色素体大都無核样体。按照其角毛中有無色素体分为两组: 角毛中無色素体者为無色角毛組, Section 1. Achromatocerae 角毛中有色素体者为色体角毛組, Section 2. Chromatocerae。

#### 1. 無色角毛組 Section 1.

#### Achromatocerae

無色角毛組的角毛較細, 角毛內概無色素体。包括色素体少 (4—10 个) 形大 (*Ch. decipiens*, *Ch. Lorenzianus*) 和色素体数多形小 (*Ch. teres*, *Ch. nipponica*, *Ch. compressus*) 两个类型的种类。本組只 *Ch. decipiens* 一般視為外洋性尚未發現休眠孢子, 其他主为近岸性, 皆有休眠孢子。本組在烟台、威海鮭魚漁場及附近海区已發現 5 种 (21—26)。

#### 21. 并基角毛硅藻 *Chaetoceros decipiens* Cleve, 1873. (圖21)

Cleve, P.T. (1873); Bih. Kongl. Svensk. Vet. Akad. Handl., vol. 1, no. 13, p. 11, pl. 1, fig. 5.

同种异名: *Chaetoceros deci-*

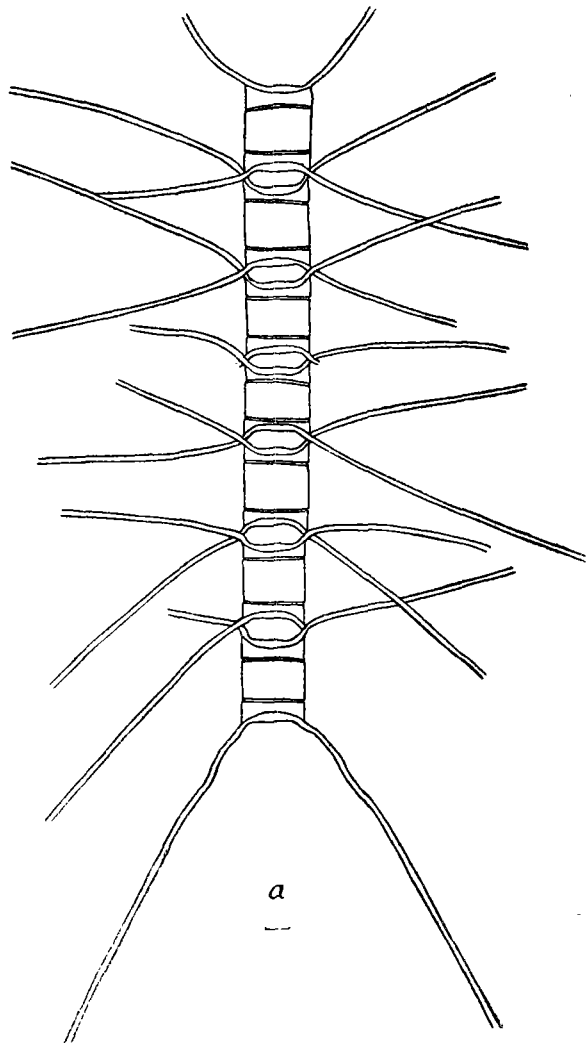


圖 21 并基角毛硅藻  
表示細胞鏈的寬環面。

Fig. 22 *Ch. decipiens* Cleve, showing broad-girdle view.

*piens* var. *concreta* Grunow, 1880; *Ch. concretus* Engler, 1883; *Ch. Grunowii* Schütt, 1895; *Ch. decipiens* f. *singularis* Gran, 1904; *Ch. decipiens* var. *divaricata* Schussnig, 1915.

細胞組成堅固而緊密的長鏈，其細胞寬度隨季節而變化。1955年3月初煙台港內標本寬25—36微米[小久保(1955)，夏19微米，冬25微米；Hustedt(1930)，10—80微米；Cupp(1943)9—84微米]。細胞自寬環面看去呈長方形，角尖。壳面狹橢圓形，平或中央部分微凹；壳套低於細胞高度的 $\frac{1}{3}$ ，與環帶相接處有明顯凹溝。據現有文獻記載，細胞間隙、角毛直徑、細胞壁厚度都隨季節而變化，冬季細胞間隙較窄，從橢圓以至綫形甚至幾乎很難看出間隙、角毛粗、細胞壁較厚；在夏季和秋季細胞間隙較寬大，從橢圓以至圓形、甚至擴大成與細胞體等大的間隙、角毛細、細胞壁較薄。在煙台僅在1955年3月分發現本種，其細胞間隙較狹，略呈橢圓——狹六角形。角毛較長而細，無花紋[Cupp(1943)及Про.-Лавренко(1955)記載角毛上時有細齒，或靠近角毛末端有小點]；兩鄰細胞之角毛自各壳面橫軸兩極生出，立即并列粘合一短距離(粘合部分的長度亦隨季節而變化，冬季標本粘合部分較長，夏季標本粘合部分很短，甚至僅粘合於一點)後分開，幾乎與鏈軸垂直伸出。端角毛較其他角毛稍粗短，傾斜生出，末段略與鏈軸平行。

色素體大，盤狀，4—10個。

常見到其小孢子，但休眠孢子尚未發現。

煙台沿岸及鮫魚漁場都稀少。北極及北方種。其分布為廣鹽性，曾發現於我國青島、廈門、台灣海峽；北冰洋，蘇聯北部諸海，鄂霍次克海，日本海；北大西洋，歐洲各海(包括地中海)；澳洲新南威爾士沿岸，美國加利福尼亞州南部沿岸。在日本沿岸此種分布甚廣，數量甚多。

## 22. 勞氏角毛矽藻 *Chaetoceros Lorenzianus* Grunow, 1863. (圖 22)

Grunow, A. (1863); Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien. vol. 13, p. 157, pl. 5, fig. 13.

同種異名: *Chaetoceros cellulolum* Lauder, 1864.

細胞鏈直而較堅固，細胞寬15—70微米[Hustedt(1930)，細胞寬10—80微米；Про.-Лавренко(1955)，12.5—30微米]。細胞在寬環面呈長方形，角尖。壳面橢圓形而平，中央部分微凸或微凹。壳套大都高於細胞高度的 $\frac{1}{3}$ ，與環帶相接處有明顯小凹溝。細胞間隙略呈六角形的長橢圓形，角圓。角毛較短且直，較粗硬，有4楞，每一楞上縱生一行極小的小刺，兩楞間的平面上生明顯可見的粗點紋，相鄰兩面上的粗點紋交錯排列。角毛自細胞角生出即與鄰細胞角毛相交粘接於一點，和細胞鏈軸垂直或傾斜伸出。鏈端角毛常較其他角毛為粗，且有時較短，生出後即直斜向外伸出，其點紋尤為明顯。

每細胞中有盤狀色素體4—10個。

生有休眠孢子的母細胞往往增高(貫壳軸增長)。休眠孢子生于母細胞中央或一



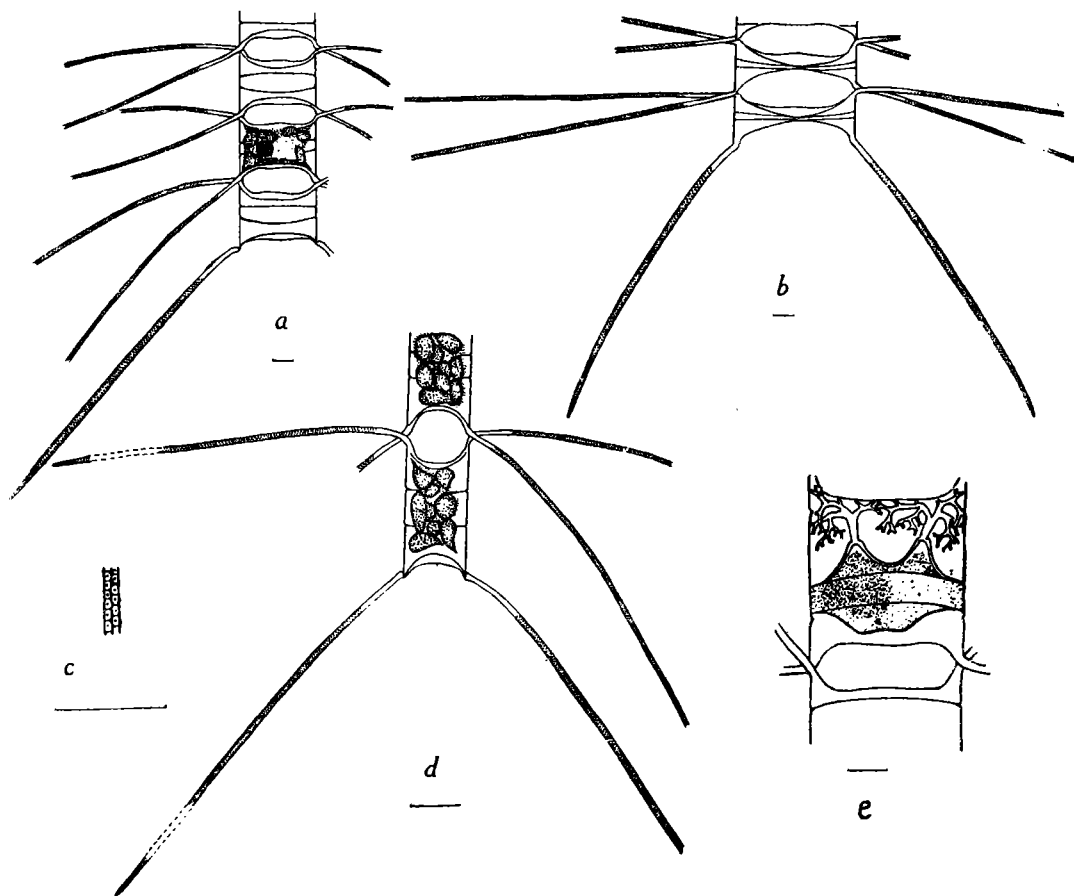


圖 22 勞氏角毛硅藻

a,b,d) 細胞鏈的寬環面；c) 一段角毛。e) 具休眠孢子的細胞鏈(寬環面觀)。

Fig. 23 *Ch. Lorenzianus* Grunow, showing broad girdle view (a,b,d,e), details of setae (c), resting spores (e).

端，初生壳生兩椎狀突起，椎頂各生一個多次 2 分枝的實心長刺，後生壳具一或二個低突起，壳面平滑。

在烟台沿岸春、秋季經常采到，數量很多，鮃魚漁場中亦有分布。近岸性，暖水種，分布廣泛，經常在暖海中出現。曾發現於我國舟山、東山（福建）、青島。南歐諸海中普遍存在。在馬爾馬拉海（Sea of Marmora）和博斯普魯斯海峽（Bosporus str.）是各種角毛屬硅藻中最占優勢者，英吉利海峽，比利時沿岸都有。黑海各港都常見，8—11 月在黑海西北部大量出現。地中海沿岸稀少。美洲北大西洋沿岸，美國南加利福尼亞州沿岸尚多。爪哇海，日本自南方至北海道，蘇聯日本海沿岸亦皆有分布。

金德祥（1951 b, p. 138, 圖 81）曾於 1936 年在小青島找到一串 *Ch. mitra* (Bailey) Cleve。著者反復研究其描述的文字及圖（僅繪出一個具休眠孢子的細胞及半個細胞壳，角毛亦僅繪出基部），認為其細胞間隙呈長方形，相當寬大（金德祥原文對本種之細

胞間隙并未詳細叙述,仅謂“細胞的形狀与 *Ch. decipiens* 相同”)。且“休眠孢子次級壳面(即后生壳面——著者注)有两小突起光滑而呈半球狀”,此两点都与各国学者所述 *Ch. mitra*(Bailey)Cleve 之特征不符。他們記述, *Ch. mitra* 之細胞間隙窄橢圓形,其中央部分略窄[Gran(1905)p. 75, fig. 89; Hustedt (1930), P. 679, fig. 384; Lebour (1930), p. 128, fig. 92); 休眠孢子后生壳面略突,在其邊緣有一圈小凹坑 [Hustedt (1930), p. 679. Gran(1905, p. 76); Lebour(1930, p. 128) 則記述本种休眠孢子之后生壳几乎是平的。又把金德祥(1951 b)所定 *Ch. mitra* 与作者所研究之烟、威鮫魚漁場之 *Ch. Lorenzianus* Grunow(圖 26 之 e)比較,二者之細胞間隙及休眠孢子都極相似,并与 Cupp(1943, p. 117, fig. 71, f.)及 Про.-Лавренко(1955, p. 143, fig. 58, 7—9)所述之 *Ch. Lorenzianus* 亦相近。因此著者認為金德祥(1951 b)可能是把 *Ch. Lorenzianus* Grunow 标本錯認成 *Ch. mitra* (Bailey) Cleve 了。

### 23. 圓柱角毛硅藻 *Chaetoceros teres* Cleve, 1896. (圖 23)

Cleve, P. T.(1896); Bih. Kongl. Svensk. Vet.-Akad. Handl., vol. 22, pt. 3, No. 5, p. 30, fig. 7.

細胞鏈直,寬 18—26 微米[Hustedt(1930),寬 18—50 微米; Про.-Лавренко(1955),寬 10—37.5 微米]。細胞寬環面呈長方形,往往高大于寬,細胞角尖。壳面寬橢圓几近于圓形,平或中央部分微凸。壳套低,与环带相接处不形成凹沟。細胞間隙長条形,有时甚窄,难以辨認。角毛細長,略呈弧形弯曲,自細胞角生出即与邻胞角毛相会,略与鏈軸垂直伸出,末稍弯向鏈之一端。端角毛与其他角毛构造同。

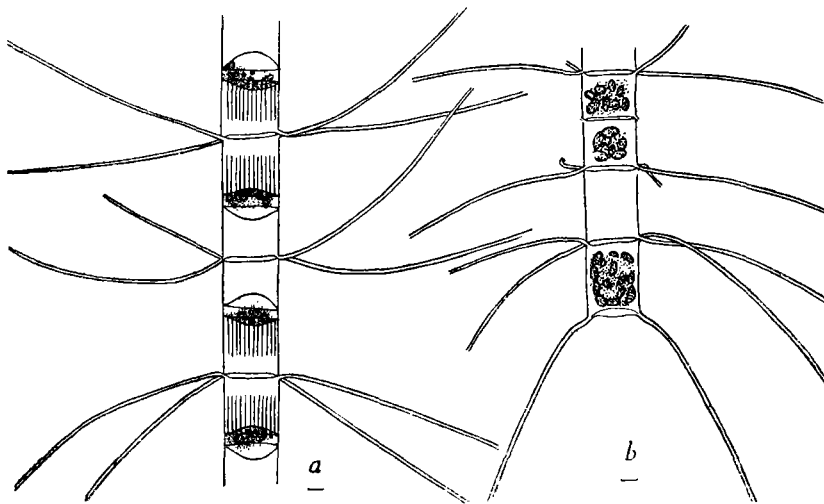


圖 23 圓柱角毛硅藻

a, b) 两个細胞鏈的寬環面(a, 具休眠孢子; b, 具色素体)。

Fig. 24 *Ch. teres* Cleve, showing chains in broad girdle view (a, b) and resting spores(a).

色素体小而生多，盘状。

有休眠孢子的細胞較普通細胞為高。休眠孢子生于母細胞中央或一端，橢圓形，初生壳凸起大，后生壳凸起較小；壳面皆平滑無小刺，在后生壳邊緣向密生一圈細長絲，長約 25 微米 [Ikari (1928)，約 40 微米]。据 Gran (1905) 記述在休眠孢子之初生壳邊緣有一圈小点，按 Hustedt (1930) 之記述則仅后生壳邊緣有一圈細長絲；烟台标本初生壳之小点看不出，只看到后生壳邊緣生一圈細長絲，可能是尚未成熟者。

Ikari (1921) 曾記述其复大孢子生于母細胞鏈之窄环面，其長軸（貫壳軸）与母細胞之貫壳軸垂直。

1954 年 3 月間曾在沿岸采到，数量不多。近岸性，北温带或北方种。曾發現于我国青島；在欧洲北部，从北冰洋到英吉利海峽都有；美洲北大西洋沿岸，加利福尼亚州太平洋沿岸 3—5 月常出現；苏联巴倫支海，白海，日本海 4、5 月間出現，最多时每升水中有 2300 个細胞 (Гайл, 1950)，在黑海有时也出現；日本北海道高島，噴火灣，忍路，青森灣。

#### 24. 日本角毛硅藻 *Chaetoceros nipponica* Ikari, 1928. (圖 24)

Ikari, J. (1928); Bot. Mag. Tokyo, Vol. 42, No. 497, p. 256, fig. 10 a-d.

細胞鏈長而微弯，在同一長鏈上細胞常依鏈軸而扭轉，寬 11—39 微米。細胞在寬环面呈四角形，角尖，兩鄰胞之細胞角常相接觸。壳面寬橢圓形，平或中央微凸。壳套小於細胞高度的  $\frac{1}{3}$ ，与环带相接處有明顯小凹溝。細胞間隙很狹，似裂縫，常因兩鄰胞壳面中央部分相接觸而把細胞間隙分隔為兩小部分。角毛細弱而弯，自細胞角生出即与鄰胞角毛相會，与細胞鏈軸垂直、平行或傾斜向各方向伸出，自壳面看去兩鄰胞角毛約成  $90^\circ$  角張開。端角毛与其他角毛構造完全相同，仅其弯曲度不同，其基部向鏈邊斜伸出，再轉而弯向鏈端。

每細胞中有 10 个左右的小盘状色素体。

休眠孢子生于母細胞中央，初生壳突起較后生壳低而扁，壳面遍生許多短刺，兩壳面邊緣各生一圈小刺。

1953 年及 1954 年春、夏季在烟台市区沿岸采到。近岸性。曾發現于日本御座，瀨

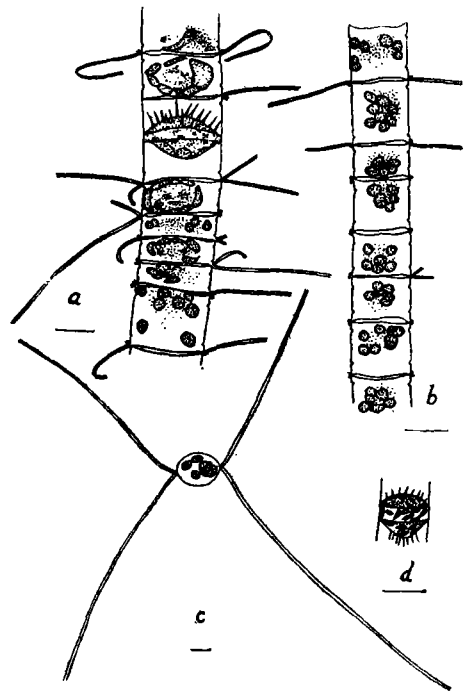


圖 24 日本角毛硅藻

a, b) 兩段細胞鏈 (寬环面觀); c) 壳面觀; d) 休眠孢子。

Fig. 25. *Ch. nipponica* Ikari, showing chains in broad girdle view (a, b), resting spore (d) and a cell in valve view.

戶,坂手。

按 Ikari(1928)原始定名文献記載,鏈直且長。休眠孢子后生壳面上的刺及壳面邊緣的刺皆較初生壳之刺長且粗。烟台標本則鏈長而微彎。休眠孢子后生壳之刺與初生壳者長度及粗度都相仿,且兩壳邊緣之小刺都很短(可能系未成熟之孢子)。

25. 扁形角毛矽藻 *Chaetoceros compressus* Lauder, 1864. (圖 25)

Lauder, H. S.(1864); Trans. Mic. Soc., N. S. Vol. 12, p. 78, Pl. 8, fig. 6.

同種異名: *Chaetoceros spec.* Schütt, 1888; *Ch. Kelleri* Grun. 1895; *Ch. medium* Schütt, 1895; *Ch. contortus* Schütt. 1895; *Ch. suncomorssus* Schröder, 1900.

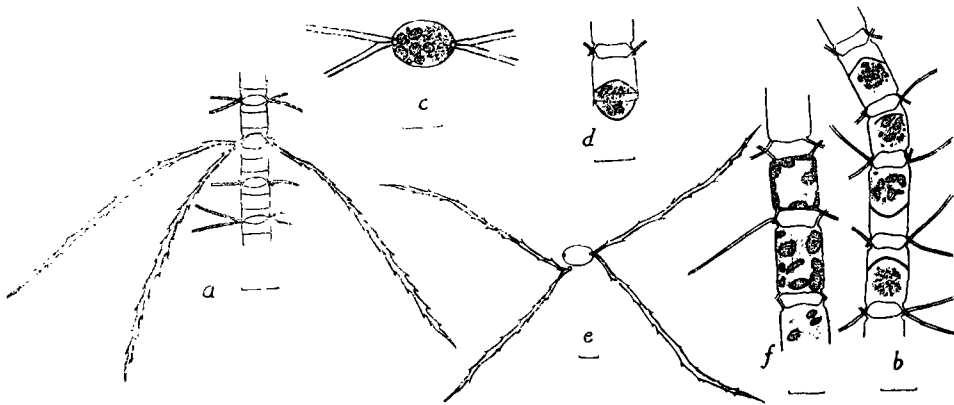


圖 25 扁形角毛矽藻

a, f) 細胞鏈的寬環面觀; b) 產生休眠孢子的細胞鏈(寬環面觀); c) 壳面觀;  
d) 具體休眠孢子的細胞鏈(寬環面觀); e) 壳面觀,具粗大角毛。

Fig. 26. *Ch. compressus* Lauder, showing chains in broad girdle view (a, b, f); thick setae within the chain (a, e); resting spores (b, d) and cells in valve view (c, e).

細胞鏈長、直或微彎,同一鏈上細胞方向常略扭轉,細胞寬7—33微米。細胞寬環面長方形(多系高大于寬)或正方形,角圓。壳面橢圓形,中央部分略凸或扁平。壳套與環帶分界處無凹溝。細胞間隙大,六角形、四角形或橢圓形,但有時亦可甚窄呈裂縫狀。角毛多數細弱,自細胞角稍向內處生出,初與細胞鏈軸平行,經一距離后始與鄰胞角毛相會而向外與鏈軸垂直伸出。鏈中部細胞往往生出較短的粗大角毛,其上有螺旋排列的凸刺,兩鄰胞的大角毛相會交叉融合于一點或一極短距離,然後彎向鏈之一端,與細胞鏈軸近平行方向伸出。

色素體小片狀,每細胞內有4—20個[Про.-Лавренко(1955)記述黑海標本,每細胞中有色素體2—22個]。

休眠孢子略呈球形,多生于母細胞之一端或中央,初生壳突起較大,兩壳面皆平滑無小刺。Про.-Лавренко(1955)報告黑海標本之休眠孢子兩壳凸起不等,壳面平滑,常沿初生壳邊緣有一圈小點。Gran(1905)報告北海標本初生壳上部有小齒。Hustedt(1930)

报告北欧标本两壳凸起不等，壳面平滑；在初生壳边缘有一圈小齿，热带海标本休眠孢子之表面常生小刺。Cupp(1943)記述太平洋加利福尼亚州沿岸标本之休眠孢子与烟台产者相同。复大孢子往往突出于母細胞鏈的环面，Schütt (1893)，Meunier (1910)，Cupp (1943) 等皆有記載。

春，秋季在烟台沿岸常常出現。鮫魚漁場中經常見到。曾發現于我国青島、舟山、东山(福建)，香港等地。在世界上分布很广，从北極到热带海中都有，尤其在温带暖海中广泛的分布着。

## 2. 色体角毛組 Section 2. Chromatocerae

色体角毛組的角毛粗大具刺，中空，內有色素体，細胞体亦粗壮。色素体为小圓粒状，数量多。鏈內角毛伸出方向有全在一平面內(烟、威海鮫魚漁場尚未發現这一类型的种类)和向各方伸出的两个类型，后者包括細胞各部构造复杂及异化程度最大的种类。全部無休眠孢子。多外海种。在烟、威海鮫魚漁場發現 6 种(27—32)。

### 26. 卡氏角毛硅藻 *Chaetoceros Castracanei* Karsten, 1905. (圖 26)

Karsten, G. (1905); Deu. Tiefsee-Exped. pp. 116—117, Taf. XV, figs. 1, 1a, 1b.  
同种异名: *Chaetoceros* sp. Castracane, 1886.

細胞鏈直而短，鏈上細胞排列紧密，常依鏈軸而扭轉。細胞寬 8—30 微米，高 20 微米左右。細胞寬环面正方或长方形。壳面平，橢圓形。壳套大于細胞高度的  $\frac{1}{2}$ ，与环带

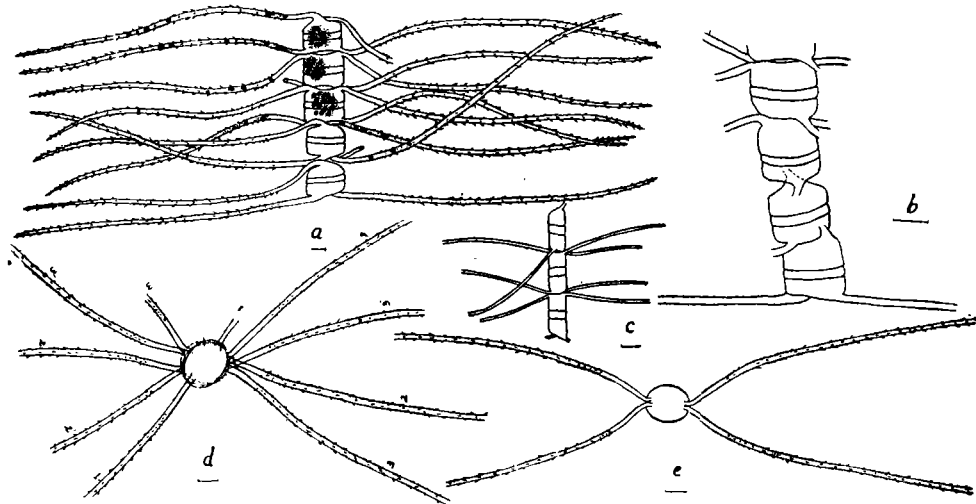


圖 26 卡氏角毛硅藻

a) 具色素体的完整細胞鏈；b, c) 两段細胞鏈(細胞在鏈上的排列，都是依鏈軸而旋轉)；d, e) 壳面观，圖 d 因鏈上細胞旋轉排列，故角毛为放射状向各方向伸出。

Fig. 27 *Ch. Castracanei* Karsten, showing chains with cells arranged spirally (a, b, c, d) and cells in valve view (d, e).

相接处与有凹沟。細胞間有一甚小裂隙。角毛略弯而較粗，生4行小刺。角毛自細胞角稍向內处生出。即与邻胞之角毛相会，因鏈上細胞向各方向扭轉，故角毛亦随之向不同方向伸出。端角毛与其他角毛相同。

色素体略圓，小而生多，分布于細胞及角毛內。尚未發現休眠孢子。

1954年春季在烟、威鮐魚漁場及沿岸很普通，尤以沿岸为多。曾發現于南極海哈德島(Heard Island)以南之表層水中。日本瀨戶、串本。

Karsten(1905)原始文献記載，相邻細胞壳面中央部分几互相接触。角毛直或略弯，基段約占角毛全长的1/4处完全平滑，此外直到末梢周圍都密生小刺。Ikari(1926)报告，在日本瀨戶及串本所見到之标本壳面平，两邻細胞壳面不相接触。角毛弯曲且其末梢加粗，除基段完全平滑外，都密生小刺。烟台标本之壳面平，不相接触。但其角毛則略弯，末梢逐漸变細，自細胞角生出后，約18微米一段(約占角毛全长的1/10)完全平滑，其后生小刺(小刺区約长20微米左右)，小刺逐漸变长，直到末梢都布有4行长刺，此点与 Karsten 原始标本除小刺外大致相同。

27. 艾氏角毛硅藻 *Chaetoceros Eibonii* Grunow, 1881. (圖 27)

Grunow, A. (1881); V. Heurck's syn., Pl. 82, figs. 9, 10.

同种异名: *Chaetoceros paradoxus* var. *Eibonii* Grunow, 1896; *Ch. (paradoxus* var.?) *Eibonii* Grunow, 1896.

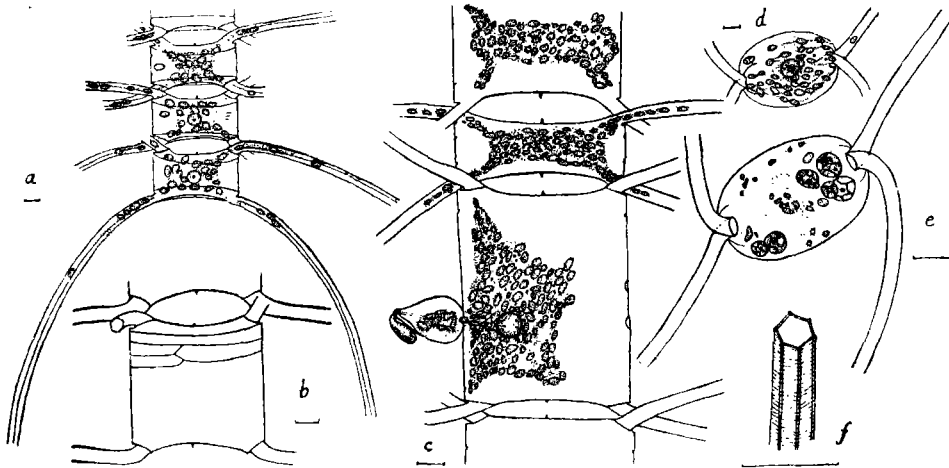


圖 27 艾氏角毛硅藻

a) 細胞鏈的寬环面; b) 具間插帶的細胞(寬环面); c) 产生复大孢子的細胞鏈(寬环面观, 复大孢子被玻片压破, 一部分孢子內含物自孢子先端挤出); d) 細胞的壳面观; e) 具小孢子的細胞(壳面观); f) 一段角毛。

Fig. 28 *Ch. Eibonii* Grunow, showing chains in broad girdle view(a, b, c), details of setae (f), auxospore formation (c), intercalary bands (b), a cell with microspores (e) and a cell in valve view (d).

細胞鏈長而直，寬 48—69 微米。細胞寬環面長方形（一般寬大於高），有間插帶，間插帶的鋸齒狀連接綫在細胞寬環面，與細胞貫壳軸平行。壳面橢圓形，平或微凹，中央有一很小的刺。壳套等於或小于細胞高度的  $\frac{1}{3}$ ，與環帶相接處有淺凹溝。細胞間隙略呈六角長橢圓形。角毛粗且長，六楞（斷面六角形），有橫列點紋（10 微米內有 20 條左右）。角毛自細胞角稍向內處（即壳面長軸兩端邊緣稍向內處）生出，經一短距離後與鄰細胞角毛交叉粘合一處，再與鏈軸略成垂直方向伸出，並逐漸彎向鏈端。鏈端細胞的角毛與其他細胞的角毛相同。烟台 1954 年標本之角毛經詳細觀察，其斷面為六角形（圖 28, f）與 Meunier (1913) 及 Cupp (1943) 所述之六角形一致，並非如 Hustedt (1930) 所述之四角形。

色素體小橢圓形，數目很多，分布于細胞及角毛內。

在 1954 年 5 月下旬烟、威鮭魚漁場浮游生物標本中常見到其復大孢子（圖 28, c）及小孢子（圖 28, e）。復大孢子初生時如一球狀，自細胞窄環面突出，在細胞的另一窄環面生兩個小孔（圖 28, c），復大孢子之貫壳軸與母細胞的貫壳軸垂直；內有色素體、細胞質及細胞核；後逐漸長大分裂成一新細胞鏈。小孢子為圓球形，在一細胞中可生許許多個小孢子。小孢子體內亦有色素體、細胞質及細胞核（圖 28, e），其詳細發育情況，經培養研究後，另文報告。

鮭魚漁場及沿岸在春季大量出現。沿岸性。曾發現于我國青島，廈門，平潭（福建），舟山；北歐沿岸；地中海；美國加利福尼亞州沿岸；爪哇海；日本紀州瀨戶、房州館山、函館、青森灣。6 月及 8 月偶而在薩哈林島沿岸發現。

#### 28. 密連角毛硅藻 *Chaetoceros densus* Cleve, 1901. (圖 28)

Cleve, P. T. (1901 a); Seas. Distrib. Atlant. Plankt. Organ., p. 299.

同種異名：*Chaetoceros borealis* var. *Brightwellii* Cleve, 1873; *Ch. borealis* var. *densa* Cleve, 1897; *Ch. aequatorialis* Yendo, 1905; *Ch. densus* f. *solitaria* Pavillard, 1905.

鏈直且長（偶而亦有單細胞生活者），寬 18—69.5 微米 [Hustedt (1930) 10—40 微米]。細胞四方形，壳面橢圓以至圓形；壳套小于或等於細胞高度的  $\frac{1}{3}$ ，與環帶相接處有小凹溝。細胞間隙甚小，其中央部分僅高 3—5 微米。角毛長而較粗。直徑在 3 微米左右，斷面四角形，在着生基部少許距離外（60 微米左右）即生 4 行小刺；角毛自細胞角以內生出後即與鄰細胞角毛相會彎向鏈之下端。鏈兩端細胞上壳面的形狀及其上所生角毛的伸出方向，在各鏈上並不完全相同，烟台標本中絕大部分鏈兩端細胞的上壳面扁平，兩端角毛相背各彎向鏈的一端，鏈無上下端的區別（圖 28, a）；少數標本鏈一端細胞的上壳面圓而凸，另一端細胞的上壳面扁平，兩端角毛都彎向鏈端細胞上壳面扁平的一邊，使鏈有上下端的區別（圖 28, d）。據 Hustedt (1930) 及 Про.-Лавренко (1955) 記

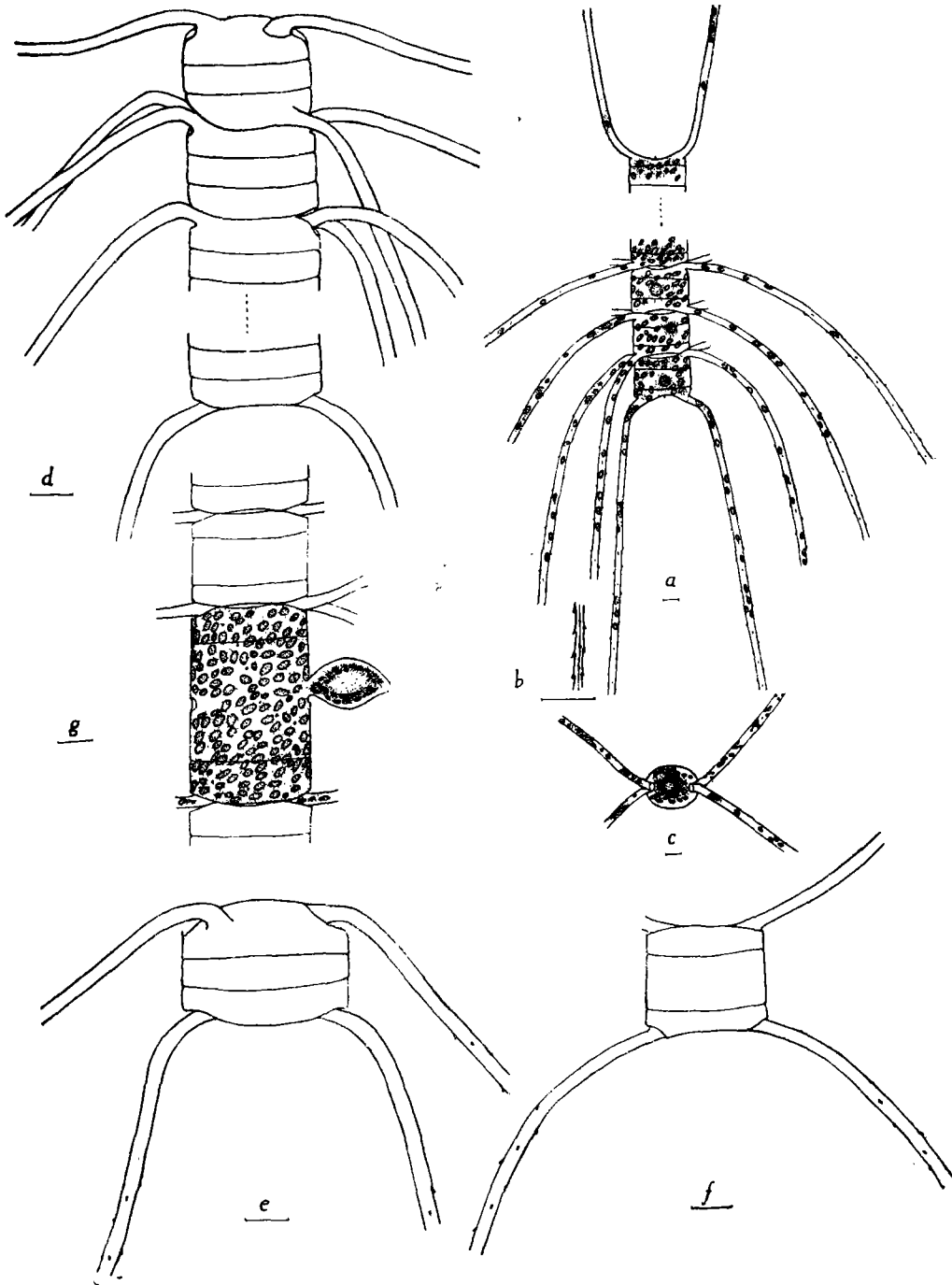


圖 28 密連角毛硅藻

a, d) 細胞鏈寬環面, d 圖鏈兩端角毛都伸向鏈的一端; a 圖兩端角毛以相反方向彎下; b) 一段角毛;  
c) 壳面觀; e, f) 單細胞生活個體, c 圖上、下兩角毛伸出方向同; f 圖上、下壳角毛伸出方向相背;  
g) 具復大孢子的細胞鏈(寬環面觀)。

Fig. 29 *Ch. densus* Cleve, showing chains in broad girdle view(a, d, g), auxospore formation (g), cells living singly (e, f) and a cell in valve view(c).



述，其角毛上尚有橫列條紋；在電子顯微鏡下觀察，其角毛具呈菱形孔目的網狀紋，其下為一層具斜列小孔的薄膜 (Hendey et al 1954)；烟台標本在普通顯微鏡下除小刺外看不到其他構造。

色素體小而多，分布于角毛與細胞內。

1954年5月下旬，在鮎魚漁場浮游生物標本中，曾見到本種之復大孢子生于母細胞鏈之窄環面上，略呈卵圓形，其貫壳軸與母細胞之貫壳軸垂直，在母細胞窄環面的另一側上（與復大孢子位置相對）生一小孔（圖29, g）。關於本種之復大孢子尚未見到記載，其各階段發育情況尚待詳細研究。

春季在烟台鮎魚漁場及威海小黃花魚漁場大量出現。外洋性，但也常在近岸出現。喜高鹽水，溫帶種，分布廣泛。在沿岸亦常采到，曾發現于我國青島，廈門，東山（福建），舟山。蘇聯黑海，巴倫支海，白令海（偶而6月間在蘇聯日本海沿岸及薩哈林沿岸發現）；歐洲各海（從北極海区至地中海）；日本沿岸；北美太平洋沿岸及大西洋沿岸。

### 29. 秘魯角毛硅藻 *Chaetoceros peruvianus* Brightwell, 1856. (圖29)

Brightwell, T. (1856); Quart. Jour. Micr. Sci., Vol. 4, p. 107, Pl. 7, figs. 16—18.

----- (1858); *ibid.*, Vol. 6, Pl. 8, figs. 9, 10.

同種異名：*Chaetoceros peruvianus* var. *gracilis* Schröder, 1900; *Ch. peruvianus*, var. *currens* Peragallo, 1904; *Ch. convexicornis* Mangin, 1919; *Ch. peruvianus* var. *currens* Forti, 1922; *Ch. peruvianus* f. *gracilis* (Schröder) Hustedt, 1930.

細胞常單獨生活，極少組成短鏈，寬10—36微米，高10—48微米，細胞寬環面略呈長方形或正方形。壳面橢圓形，上、下壳形狀不同，上壳圓而凸，下壳扁平且中央常生一小刺。壳套高度變化較大，可自細胞寬度的1/6以至與之相等，與環帶相接處形成明顯凹溝。角毛粗壯，直徑1.8—5微米；其基部稍細，中段較粗，末梢漸細；有四楞，生有橫條紋（10微米內約有20條紋），每一楞上都縱生一行小刺。上壳角毛近壳面中央生出，基部互相粘接于一點後，立即彎下，逐漸向下方傾斜伸出；下壳角毛自細胞

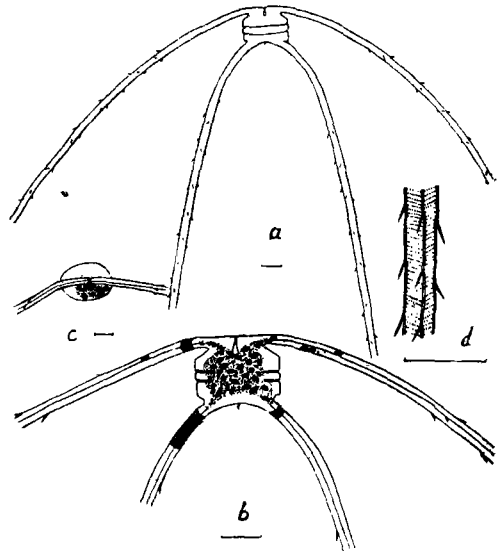


圖29 秘魯角毛硅藻

a, b) 細胞的寬環面；c) 細胞上壳面的壳面觀；d) 一段角毛。

Fig. 30 *Ch. peruvianus* Brightwell, showing cells in broad girdle view (a,b) upper valve view (c), and details of setae (d).

角以內生出,末端向細胞貫壳軸之延長綫靠攏或向兩側分开。

細胞及角毛內有許多小盘狀色素體。

烟台沿岸各季常可采到,唯冬季甚少。春季烟、威海魚漁場及威海小黃魚漁場亦很常見。外洋性,近岸亦常采到,在南溫帶及暖海分布很廣。曾發現于我國廈門,東山(福建),青島;大西洋及太平洋之溫帶及熱帶海区(爪哇海,地中海,黑海,蘇聯沿岸,日本海,南加利福尼亞州沿岸)。

就烟台浮游生物標本研究結果, *Ch. peruvianus* Brightwell 在形態方面與 Gran (1905) 及 Hustedt (1930) 所述者相同, 並與 Lebour (1930) 對 *Ch. convexicornis* Mangin 所描寫者亦無差別。如此則 Hustedt (1930) 視 *Ch. convexicornis* Mangin 為 *Ch. peruvianus* Brightwell 之同物異名應認為適當。Peragallo (1904) 及 Forti (1922) 所創的變種 *Ch. peruvianus* var. *currens* 也是不必要的。

Hustedt (1930) 創立的 *Ch. peruvianus* f. *gracilis* (Schröder) 與原種主要不同點, 只在於細胞細瘦, 壳套高度超過壳面長軸長度, 角毛僅粗 2—3 微米 [Hustedt (1930), pp. 672—673]。烟台沿岸 1955 年 4 月 29 日標本中, 64 個 *Ch. peruvianus* 細胞高度、寬度和角毛直徑的變化如表 2:

表 2 烟台產 *Ch. peruvianus* 細胞高度、寬度和角毛的直徑變化情況

角 毛 粗 度(微米)	胖矮細胞(細胞高度<寬度)		細瘦細胞(細胞高度>寬度)	
	細 胞 個 數	所 占 百 分 比 (%)	細 胞 個 數	所 占 百 分 比 (%)
1.8	3	7	2	9.6
1.9—3	24	55.8	6	28.6
3.1—5	16	37.2	13	61.8
共 計	43	100	21	100

在高度>寬度的 21 個細胞中, 差別最小者高度為寬度的 1.33 倍, 差別最大者高度為寬度的 2.67 倍。這些 *Ch. peruvianus* 標本中, 細瘦細胞個數約占 1/3, 其中角毛粗為 3.1—5 微米者多於角毛粗 1.9—3 微米者; 而在胖矮細胞中角毛粗 3.1—5 微米者少於粗 1.9—3 微米者, 可見本種細胞的胖矮者角毛不一定都粗, 細胞細瘦者, 角毛不一定都細。

同時 Hustedt (1930) 提到原種的角毛粗 2—6 微米, 可見在原種內已包括了角毛粗 2—3 微米者。由該文 (fig. 380) 之兩細胞中亦很明顯的看出原種內包括細瘦和矮胖的細胞, 前者角毛比後者為粗。無論在原種及變型的插圖中 (figs. 380, 381—b), 所繪細瘦的細胞, 其壳套高度都沒有超過其各自壳面長軸的長度。

在黑海中 *Ch. peruvianus* 從低細胞過渡到高細胞, 都具有同樣粗細的角毛 [Про-Лавренко (1955), p. 151, fig. 63]。

綜合以上所述, 我們認為 Hustedt (1930) 的 *Ch. peruvianus* f. *gracilis* 的建立是沒

有可靠基础的, 应予取消。

30. 扭角毛硅藻 *Chaetoceros convolutus* Castracane, 1886. (圖 30)

Castracane, F. (1886); Challenger Rep. Bot. vol. II, pp. 78—79.

同种异名: *Chaetoceros Brightwellii* Gran, 1897; *Ch. criophilus* Cleve, 1897.

細胞鏈直或略彎, 寬 22—28 微米 [Hustedt (1930) 10—27 微米; Lebour (1930), 11—30 微米; Аксентьев (1930), 14.7—19.3 微米]。細胞寬環面略呈四方形, 上、下壳形狀不同, 上壳較圓, 下壳扁平。壳面橢圓形。壳套普通約占細胞高度的  $\frac{1}{3}$ , 与环帶相接處形成一显著小凹溝。細胞間隙小, 略呈六角形, 角稍圓, 間隙之一部有时被角毛基部遮蔽。角毛長而粗, 縱生 4 行小刺, 基部較細無小刺, 末梢漸細亦無小刺。上壳角毛靠近

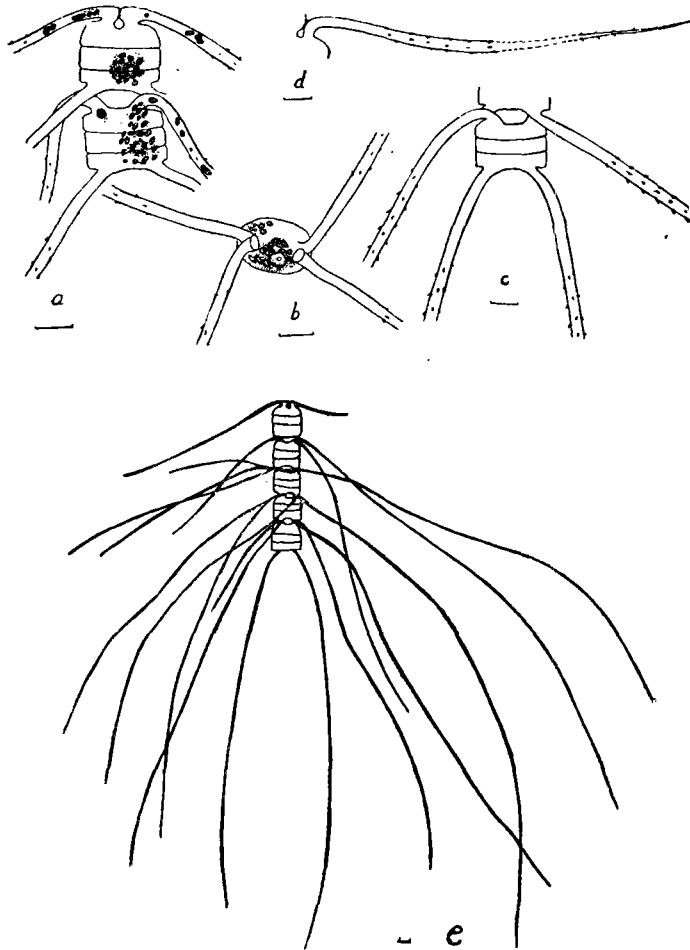


圖 30 扭角毛硅藻

a) 鏈的上端寬環面觀; b) 壳面觀; c) 鏈的下端寬環面觀; d) 鏈的上端細胞上壳, 表示角毛生出位置及伸出方向; e) 完整的細胞鏈(寬環面觀)。

Fig. 31 *Ch. convolutus* Castracane, showing chains in broad girdle view (a, c, e), details of the insertion of setae on the upper valve (d), and a cell in valve view (b).

壳面中央生出，下壳角毛自细胞角梢向内处生出，角毛生出一短距离即与邻胞角毛相会，旋即分别弯向链之下端。链顶第一细胞上壳两角毛基部相粘接，其伸出方向与链内角毛相同或略与链轴垂直伸出。

色素体小而多，分布于细胞及角毛内。

春季在鲱鱼渔场及威海小黄花鱼渔场皆采到，在烟台市区沿岸则甚少见。本种喜生于低温高盐水中，属外洋性，北方——北極种曾发现于北極各海，苏联北部及远东各海（在日本海北部周年都有，最多时每升水中有3500个细胞，Гайл, 1950），日本北海道高岛，太平洋，北大西洋，北海(North Sea)，英吉利海峡，南極海。在太平洋南加利福尼亚州沿岸，自2月末至6月中旬常大量繁殖。在地中海稀少。

Castracane(1886)在原定名文献中，提到本种角毛在壳面生出处扭转相压，故名 *Ch. convolutum*。按原图所示，这种自壳面看去，两相邻细胞角毛在其交会处扭转相压的现象，对本属来说是很普遍的。不过在上、下壳的角毛生出位置不同的种表现得更为明显而已。

### 31. 紧挤角毛硅藻 *Chaetoceros coarctatus* Lauder, 1864. (图 31)

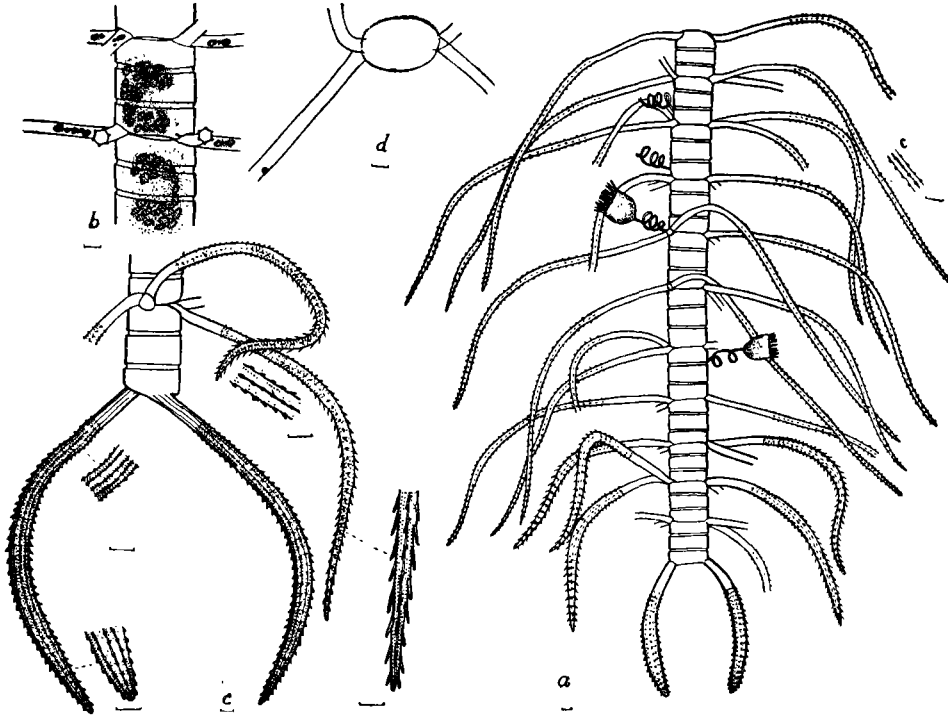


图 31 紧挤角毛硅藻

a) 完整的细胞链(宽环面观); 链上着生钟形虫(*Vorticella* sp.) b) 具色素体的细胞链(宽环面观), 角毛断面六角形, c) 链的下端(窄环面观); d) 壳面观。

Fig. 32 *Ch. coarctatus* Lauder, showing chains in broad girdle view (a, b,) with individuals of *Vorticella* attached; narrow girdle view(c); details of setae(a, b, c), and a cell in valve view(d).

Lauder, H. S. (1864); Trans. Micr. Soc. N. S., vol. 12, p. 79, pl. 8, fig. 8.

同种异名: *Chaetoceros borealis* var. *rudis* Cleve, 1897; *Ch. rudis* Cleve, 1901.

細胞粗壯，常緊密地連成長而直或微彎的細胞鏈，鏈有截然不同的前後端，寬 46 微米 [Cupp. (1943), 30—44 微米]。自寬環面看去，細胞高度大於寬度，呈長方形，壳面平，橢圓形。壳套約相當於細胞高度的 1/3。與環帶相接處形成深溝。細胞間隙很窄，如一裂縫，有時甚至看不出間隙。角毛粗壯，斷面六角形，縱生 6 行小刺（生小刺的部分約占角毛全長的 3/4；自細胞角稍向內處生出，立即與鄰細胞角毛交叉，再略與壳面短軸平行以相反方向分別彎向鏈的寬環面（自窄環面看去更明顯）；然後都傾斜彎向鏈的後端。細胞鏈兩端角毛不同，使鏈有前後端的區別，形成異極性 (Heteropole) 的群體。鏈前端角毛的構造和伸出方向都和鏈上其他角毛同；鏈後端的角毛粗短，角毛上密布小點，並縱生 8 行較大的齒狀刺，與細胞鏈成一很小的角度伸出，中段向外凸出，末端又向內收攏。此外，靠近細胞鏈的下端，又常生出比後端角毛細長，但仍較鏈上其他角毛為粗短的中型角毛；除密布小點外，生 6 行小齒狀刺，小刺依次加長增粗，逐漸變成棒狀小刺，直到角毛末梢為止，其伸出狀態與鏈上其他角毛同，[Hustedt (1930, p. 656, fig. 370) 及 Cupp (1943, p. 107, fig. 62—a) 所繪本種細胞鏈前端角毛與此中型角毛相同；而 Allen & Cupp (1935, p. 134, fig. 52) 所繪之鏈前端角毛與我們所見到的標本相同]。因此，在本種同一細胞鏈上往往生着三種不同構造和不同式樣的角毛。

色素體顆粒狀，分布于細胞及角毛內。

細胞鏈上常有鐘形蟲 (*Verticella* sp.) 着生。

烟台沿岸采集中，僅在 1954 年 11 月 19 日在芝罘島小山子東約 2 里處發現一次，數量很少。外洋性、熱帶以至亞熱帶種。曾發現于我國香港及福建廈門港、廈門燈塔、廈門東椗燈塔、平潭、金門、鼓浪嶼都有記錄。廈門港以 5—8 月為盛期。南冰洋，大西洋歐洲和美洲沿岸 [在大西洋最北面的分布界限是北緯 47° (Lebour, 1930, p. 119)]，印度洋，伊里安和菲律賓沿岸，馬尼拉灣，爪哇海。日本（從南方至北海道近海）均有，陸奧灣在 10 月間出現，薩哈林島對馬海流支流中夏季有（但都從非大量）。

## 摘 要

數年來烟台、威海鮭魚漁場調查的浮游植物資料表示角毛硅藻屬 (*Genus Chaetoceros*) 在空間和時間上的分布與海況及漁況有一定的關聯，有些種類對不同水体及水体季節性的理化性的變化有指標的作用；因此這方面的研究對海況的了解及對漁業生產都有重要意義。

在研究的過程中發現角毛硅藻屬目前在分類方面尚存在着一些問題，對不少種類尚難作出正確的鑒定。因此作為生態研究的第一步，先對角毛硅藻屬的分類系統及各

种屬性进行了比較徹底地研究。本文第一部分就是此屬分类这方面的研究結果（第二部分将专論本屬各种的生态）。

文中指出迄今沿用的把本屬分为 18 个組 (Section) 的分类系統缺乏理論根据, 各組的分类特征頗多混淆, 有的种类与所屬組的屬性不符合; 且分組过多, 有些組仅包括一种或两三种, 失却了分組的意义。同时在各种类的色素体的形态的研究肯定了色素体的形态在本屬中的进化方面的意义。遂参照朱树屏 (Chu, 1947) 以色素体的形态为基础以进化的观点对裸藻屬 (Euglena) 进行分类的方向, 把角毛硅藻屬依色素体的形态分为三个亚屬: (一) Subgenus Monochromatophorus (单色体亚屬), 包括每細胞內有一个含有核样体 (Pyrenoid) 的色素体的种类 (本文描述了 13 种); (二) Subgenus Dichromatophorus (二色体亚屬), 包括每細胞內有两个有核样体的种类 (本文描述 8 种); (三) Subgenus Polychromatophorus (多色体亚屬), 包括每細胞內有多数色素体的种类。在 Subgenus Polychromatophorus 中又依角毛中有無色素体分为兩組: (1) Section Achromatocerae (無色角毛組) 包括角毛中沒有色素体的种类, 細胞內色素体形大数少者可含有核样体而形小者甚多者概不含核样体 (本文描述 5 种); (2) Section Chromatocerae (色体角毛組), 包括角毛中含有色素体的种类, 此組中各种类的細胞內的色素体概形小而数量多, 不含核样体 (本文描述 6 种)。

在亚屬及組內各种次序的安排复参照色素体以外的多少能表示进化程度的各种构造的形态, 如鏈的长短 (单細胞生活及短鏈的种类視为比較低級而放在前面), 鏈內細胞連結的松紧 (松者在前面), 細胞間隙的大小 (間隙大者在前面), 角毛及休眠孢子的生刺情况 (無刺及刺小或少者在前面) 等。

以进化的观点为基础, 把比較低級者放在前面, 烟、威漁場及附近海区中所發現的角毛硅藻屬各种可依下列次序排列。

#### GENUS CHAETOCEROS EHRENBERG, 1844. 角毛硅藻屬

##### SUBGENUS I. MONOCHROMATOPHORUS 单色体亚屬

1. *Chaetoceros tortissimus* Gran. 扭鏈角毛硅藻
2. *Ch. brevis* Schütt. 短胞角毛硅藻
3. *Ch. seiracanthus* Gran. 鏈刺角毛硅藻
4. *Ch. distans* Cleve. 远距角毛硅藻
5. *Ch. subsecundus* (Grunow) Hustedt. 冕孢角毛硅藻
6. *Ch. cinctus* Gran. 繞孢角毛硅藻
7. *Ch. crinitus* Schütt. 髮状角毛硅藻
8. *Ch. affinis* Lauder. 窄隙角毛硅藻
- 8a. *Ch. affinis* var. *circinalis* (Meunier) Hustedt. 繞鏈角毛硅藻
9. *Ch. costatus* Pavillard. 双脊角毛硅藻

10. *Ch. debilis* Cleve 柔弱角毛硅藻

11. *Ch. curvisetus* Cleve 旋鏈角毛硅藻

12. *Ch. pseudocurvisetus* Mangin. 拟旋鏈角毛硅藻

SUBGENUS II. DICHROMATOPHORUS 二色体亚屬

13. *Ch. similis* Cleve 相似角毛硅藻

14. *Ch. anastomosans* Grunow. 桥联角毛硅藻

15. *Ch. didymus* Ehrenberg 双孢角毛硅藻

16. *Ch. laciniosus* Schütt. 垂絲角毛硅藻

17. *Ch. paradoxus* Cleve 窄面角毛硅藻

18. *Ch. constrictus* Gran 深环沟角毛硅藻

19. *Ch. Van Heurckii* Gran 范氏角毛硅藻

20. *Ch. siamense* Ostenfeld 暹罗角毛硅藻

SUBGENUS III. POLYCHROMATOPHORUS 多色体亚屬

SECTION I. ACHROMATOCERAE 無色角毛組

21. *Ch. decipiens* Cleve 并基角毛硅藻

22. *Ch. Lorenzianus* Grunow 劳氏角毛硅藻

23. *Ch. teres* Cleve 圓柱角毛硅藻

24. *Ch. nipponica* Ikari 日本角毛硅藻

25. *Ch. compressus* Lauder 扁形角毛硅藻

SECTION II. CHROMATOCERAE 色体角毛亚屬

26. *Ch. Castracanei* Karsten 卡氏角毛硅藻

27. *Ch. Eibeni* Grunow 艾氏角毛硅藻

28. *Ch. densus* Cleve 密連角毛硅藻

29. *Ch. peruvianus* Brightwell 秘魯角毛硅藻

30. *Ch. convolutus* Castracane 扭角毛硅藻

31. *Ch. coarctatus* Lauder 紧挤角毛硅藻

本文对上述种类都依据烟台、威海漁場及附近海区的样品作了比較詳細的描述。在文献中尚存在着一些混淆的种类，凡能經過研究大量标本而能确証或否定的，本文都加以肯定或校正。有些新种，变种或型有可能是短期的环境条件所致成的生态型式，对此正进行着純种培养来研究解决，結果当另文發表。

表 3 国内已记录的角毛硅藻属

(凡种名前有\*者,为本文在国内初次记录的种类)

种 类	发 现 地 区		浙 江 省	福 建 省	香 港	台 湾 省
	山 东 省					
	青 岛	烟 台 (包 括 烟 威 鲈 渔 场)				
1. <i>Chaetoceros affinis</i>	+	+	+	+		+
1a. <i>Ch. affinis</i> var. <i>circinalis</i>	+	+		+		
1b. <i>Ch. affinis</i> var. <i>Willei</i>	+					
*2. <i>Ch. anastomosans</i>		+				
3. <i>Ch. atlantic</i>			+	+		
4. <i>Ch. bacillaria</i>			+			
5. <i>Ch. borealis</i>				+	+	
6. <i>Ch. brevis</i>	+	+				
*7. <i>Ch. castracunei</i>		+				
8. <i>Ch. cilliota</i>					+	
*9. <i>Ch. cinctus</i>		+				
10. <i>Ch. coarctatus</i>		+		+	+	
11. <i>Ch. compressus</i>	+	+	+	+	+	
12. <i>Ch. constrictus</i>	+	+				
*13. <i>Ch. convolutus</i>		+				
14. <i>Ch. costatus</i>	+	+				
*15. <i>Ch. crinitus</i>		+				
16. <i>Ch. curvisetus</i>	+	+		+		
17. <i>Ch. danicus</i>	+					
*18. <i>Ch. debelis</i>		+				
19. <i>Ch. decipiens</i>	+	+		+		
20. <i>Ch. densus</i>	+	+	+	+		
21. <i>Ch. didymus</i>	+	+		+		
21a. <i>Ch. didymus</i> var. <i>protuberans</i>				+	+	
22. <i>Ch. dipyrenods</i>				+		
*23. <i>Ch. distans</i>		+				
24. <i>Ch. diversus</i>			+	+		
25. <i>Ch. Eibenii</i>	+	+	+	+		
26. <i>Ch. gracilis</i>				+		
27. <i>Ch. holsaticus</i>			+			
*28. <i>Ch. lacinosus</i>		+				
29. <i>Ch. Lauderi</i>					+	+
29a. <i>Ch. Lauderi</i> var. <i>Lauderi</i>					+	
30. <i>Ch. Lorenzianus</i>	+	+	+	+	+	
31. <i>Ch. messanensis</i>			+			
*32. <i>Ch. nipponica</i>		+				
*33. <i>Ch. paradoxus</i>		+				
34. <i>Ch. pelagica</i>				+		
35. <i>Ch. peruvianus</i>	+	+		+		
36. <i>Ch. pseudocurvisetus</i>	+	+		+		
37. <i>Ch. radians</i>				+		



38. <i>Ch. rostratus</i>				+		
39. <i>Ch. subtilis</i>				+		
*40. <i>Ch. seiracanthus</i>		+				
*41. <i>Ch. siamense</i>		+				
*42. <i>Ch. similis</i>		+				
43. <i>Ch. socialis</i>				+		+
44. <i>Ch. subsecundus</i>	+	+				
45. <i>Ch. subtilis</i>			+	+		
46. <i>Ch. teres</i>	+	+				
*47. <i>Ch. tortissimus</i>		+				
*48. <i>Ch. Van Heurckii</i>		+				
共計 48 种	16 种	31 种	11 种	22 种	7 种	3 种

## 参 考 文 献 LITERATURE CITED

- [1] 李冠国, 黄世玫 (Li, K. K. & Hwang S. M.) 1956. 青島近海浮游矽藻季节变化研究的初步报告. 山东大学学报, 2 卷, 4 期.
- [2] 金德祥, 1951. 廈門的海产浮游矽藻, 附我国他处的记录. 廈門水产学报, 1 卷 6 期, 1951, 145—230 頁.
- [3] ———, 1955. 廈門港 1954 年浮游生物的定量調查. 廈門大学学报, 第 5 期 (1955) 17—30 頁.
- [4] 小久保清治 (Kokubo, S.), 1955. 浮游硅藻类. 日本学术振兴会, 昭和 30 年.
- [5] 赤塚 \* (Akateuka, K.), 1914. 高島近海に于ける浮游硅藻 (北海道水产実験場水产調查报文, 第 8, 1—106 頁)
- [6] Абрикосов, Г. Г. и Др. 1948. Определитель фауны и флоры северных морей СССР. Госу. Изда. Сн., 1948.
- [7] Гайл, Г. И. 1950. Определитель фитопланктона Японского моря. изв. тиро СССР. т. 33, 1950, стр. 3—179.
- [8] Порецкий, В. С. 1951. Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) европейского севера СССР. Порядок Centrales. Тр, Бот. инст. им. В. Л. Комарова, АН СССР. Серия II, Вып 7, 1951 стр. 713-832.
- [9] Прошкина-Лавренко, А. И. 1953 а; 1955 а. Новые и интересные виды рода *Chaetoceros* из Черного моря I. II. Бот. матер. Отд. спор. раст. Бин АН СССР, IX, М.-Л., стр. 46-56; X, М.-Л., стр 62—69.
- [10] ———, 1955. Диатомовые водоросли планктона Черного моря. изда. АН СССР, М.Л. 1955.
- [11] ———, 1956. Новые представители рода *Chaetoceros* из Черного и Азовского морей. Бот. матер. Отд. спор. раст. БИН АН СССР, XI, М.-Л. стр. 51—56.
- [12] Allen, W. E. & Cunn, 1935. Plankton diatoms of the Java Sea. Ann. du Jardin Botanique de Buitenzorg, vol. 44, pars. 2. 1935.
- [13] \*Ахентьев, В. Е. (Аксентьев, Б. Н.), 1930. Arten von *Chaetoceros* Ehr. aus dem Odessaer Meerbusen. Intern. Rev. der Ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., Bd. 24, H. 1-2, 1930, pp. 122-133. 1 Taf.
- [14] Boyer, C. S. 1914. A new diatom. *Chaetoceros Elmorei*. Proc. Acad, Natur. Sci. Philadelphia, vol. LXVI, pp. 219-221, pl. X.
- [15] \*Brightwell, T. 1856a. On the filamentous, long-horned Diatomaceae, with a description of two

- new species. Q. J. M. S. vol. VI, pp. 105-109.
- [16] \*—————, 1858b. Further observations on the Genera *Triceratium* and *Chaetoceras*. *Ibid.* vol. XI, pp. 153-155.
- [17] Castracane, C. 1886. Report on the Diatomaceae collected by Challenger, 1873-1876. Challenger Reports, Bot, vol. II.
- [18] \*Chin, T. G. (金德祥) 1937. Notes on the marine planktonic diatoms from Amoy. *Amoy Mar. Biol. Bull.* vol. 3, No. 2, pp. 37-86.
- [19] —————, 1939a. Occurrence and seasonal distribution of the marine planktonic diatoms from Tsingtao and its vicinity. *Philippine Jour. Sci.* vol. 64, No. 4, pp. 457-464.
- [20] —————, 1939b. Marine planktonic diatoms from China Coast. *Ibid.* vol. 69, No. 4, pp. 457-466.
- [21] —————, 1951. A list of Chinese diatoms, from 1847-1946. *Amoy Fisheries Bull.* vol. I, No. 5, pp. 41-144.
- [22] Chu, S. P. (朱树屏), 1947. Contribution to our knowledge of the Genus *Euglena*. *Sinensia*, vol. 17, pp. 75-136.
- [23] \*Cleve, P. T. 1873a. Examination of diatoms found on the surface of the Sea of Java. *Bih Kongl. Svensk. Vet.-Akad. Handl.*, vol. 1, No. 13, pp. 1-28. Pls. 1-3.
- [24] \*—————, 1889. Pelegiske Diatomeer fran Kattegat, *Vidensk. Udb. Kanonbaad. Haucks. Tøgt. danske Have* 1889
- [25] \*—————, 1894. Planktonundersökningar, Cilioflagellater Och Diatomaceer, 2 Pls. *Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 20, afd. 3, No. 2.* Stockholm.
- [26] \*—————, 1896. Plankton undersökningar. *Vegetabilist Plankton.* *Ibid.* Bd. 22, Afd. 3. No. 5.
- [27] \*—————, 1897. A treatise on the phytoplankton of the Northern Atlantic and its Tributaries. *Upsala.* 1897.
- [28] \*Cleve P. T., 1900. The plankton of the North Sea, the English Channel, and the Skaggeralk in 1898 *Svenska Vet, Akad. Handl. Bd. 32, No. 8*
- [29] \*—————, 1901a. Plankton from the Indian Ocean and the Malay Archipelago. *Ibid.* 34.
- [30] \*—————, 1901b. The seasonal distribution of Atlantic plankton organisms. *Kgl. Vet Och Vett. Samh Hand. 17*
- [31] \*Cleve-Euler, A. 1951. Die Diatomeen von Schweden und Finnland, *Kungl. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd., 2, No. 1, 1951.* Stockholm.
- [32] Cupp, E. E. 1943. Marine plankton diatoms of the West Coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanog. Univ. Calif.*, vol. 5, No. 1, pp. 1-238.
- [33] Dakin, W. J. & A. N. Colefax, 1940. The plankton of the Australian coastal waters off New South Wales. Pt. I. *Sydney University.*
- [34] De Toni, J. B. 1891-1894. *Sylloge Algarum omnium hucusque cognitarum.* vol. II, *Bacillarieae.*
- [35] \*Ehrenberg, C. G. 1844. Einige vorläufige Resultate seiner Untersuchungen der ihm von der Südpolreise des Capitain Ross, sowie von den Herren Schayer und Darwin zugekommenen Materialien über das verhalten des kleinsten Lebens in den Oceanen und den grössten bisher zugänglichen tiefen des Weltmeers. *Ber. Akad. Wiss. Berlin*, 1842, pp. 182-207. (1845).
- [36] \*—————, 1854. Mikrogeologie. Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. Bd. I, Text. Bd. II, Atlas. *Leipzig.* 1854-6.
- [37] \*Engler, Adolf, 1883. Über die pelagischen Diatomeen der Ostsee. *Ber. Deutsch. Bot. Gesell.*

- Bd. I, Berlin, 1883.
- [38] \*Forti, A. 1922. Ricerche su la flora pelagica (fitoplankton) di Quarto dei Mille (Mare Ligure). R. Com. talass. It. Lab. Mar. di quarto dei Mille Presso Genova, Mem. XCVII.
- [39] Fritsch, F. E. 1935. The structure and reproduction of the algae. vol. I, Cambridge.
- [40] \*Gee, N. G. 1926. A list of some Soochow and Ningpo diatoms. Kingnan Sci. Jour. vol. 3, pp. 151-155.
- [41] Gran, H. H. 1897. Protophyta: Diatomaceae, Silicoflagellata og Cilioflagellata. Den Norske Nordhavs-Expedition 1876-1878. Botanik. Christiania.
- [42] \*———, 1904. Die Diatomen der Arktischen Meere, I. Teil. Die Diatomeen des Planktons. Fauna Arctica, der Deutschen Expedition in das Nördliche Eismeer im Jahre 1898, Bd. 3. 1904.
- [43] ———, 1908. Diatomeen. In: Brandt und Apstein. Nordisches Plankton, Botanischer Teil, vol. 19, Kiel und Leipzig. (1905).
- [44] \*———, & Yendo, K. 1914. Japanese Diatoms. I. On Chaetoceras. Vidensk. Skrifter. I. Mat-Naturv. Kl. 1913, No. 8, pp. 1-29, 16 figs.
- [45] \*Graville, R. K. 1865. Descriptions of new genera and species of diatoms from Hongkong. Ann. Mag. Nat. Hist. vol. 3, No. 8, pp. 1-7. pl. 5.
- [46] \*Grunow, A. 1863. Über einige neue und ungenügend bekannte Arten und Gattungen von diatomaceen. Verh. Zool-Bot. Ges. Wien. Bd. XIII, pp. 137-162, pl. 4, 5, 1863.
- [47] Hendey, N. I. D. H. Cushing & G. W. Ripley, 1954. Electron microscope studies of diatoms. Jour. Royal. Micro. Soc. Ser. III, vol. LXXIV, pp. 22-34. pls. 1-3.
- [48] Huber-Pestalozzi, G., 1942. Das Phytoplankton Des Süßwassers. 2, Teil, 2. H. In: Die Binnengewässer von Prof. Dr. August Thienemann, Bd. XVI, T. 2, H. 2.
- [49] Hustedt, F. 1930a. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreich und der Schweiz mit Berücksichtigung der Übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. I. Teil. In: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. Bd. VII.
- [50] ———, 1930b. Bacillariophyta (Diatomeae), Zweiter Auflage. pp. 1-466. In: Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas. H. 10.
- [51] Ikari, J. 1921. On the formation of auxospores and resting spores of Chaetoceras. teres, Cleve, Bot. Mag. Tokyo, vol. 35.
- [52] ———, 1925. Chaetoceros Eibenii Grun に就て Ibid. Vol. 39. No. 458.52—58.
- [53] ———, 1926, 1928. On some Chaetoceras of Japan. Bot. Mag. Tokyo, vol. 40, No. 478, pp. 517-534; vol. 42, No. 497, pp. 247-262.
- [54] \*Jørgensen, E., 1900. Protophyten und Protozoen im Plankton aus der Norwegischen West Kuste. Bergens Mus. Aarvog for 1899, No. 6. Bergen.
- [55] Karsten, G., 1905-1906. Das Phytoplankton des Antarkischen Meeres nach dem Material der deutschen Tiefsee-Expedition 1898-1899. Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer "Valdivia", 1898-1899. Bd. 2, T. 2, L. 1,
- [56] ———, 1906. Das Phytoplankton des Atlantischen Oceans etc. Ibid. Bd. 2. T. 2 L. 2.
- [57] ———, 1907. Das Indische Phytoplankton. Ibid.
- [58] \*Lauder, H. S., 1864. (a) On new diatoms, (b) Remarks on the marine Diatomaceae found at Hong-kong, with descriptions of new species, with notes by. J. Ralfs Trans. Micr. Soc. n. s. XII, 2.
- [59] Lebour, M. V., 1930. The planktonic diatoms of Northern Seas. London.
- [60] \*Mangin, L., 1917. Sur le Chaetoceros criophilus, espèce caractéristique des mers antarctiques.

- C. R. Acad. Sc., Bd. 164, p. 704 & 770.
- [61] \*———, 1919. Sur les Chaetoceros du groupe Peruvianus Brightw. Bull. Mus. d'Hist. Nat. 25, pp. 305 & 411, 1919.
- [62] \*Meunier, A., 1913. Microplankton de la Mer Flamande. I<sup>re</sup> Partie: Le genre Chaetoceros Ehrh. Mem. Mus. R. Hist. Nat. Belgique, vol. 7, pp. 1-55. pls. 1-7.
- [63] \*———, 1910. Microplankton des Mers de Barents et de Kara. Duc d'Orléans, Campagne Arctique de 1907. Brussels.
- [64] Mills, F. W., 1933-1934. An index to the genera and species of the Diatomaceae and their synonyms. 1816-1932. London.
- [65] Murray G., 1896. On the Reproduction of some Marine Diatoms. Proc. R. Sci. Edinburgh, XXI, Oltamanns, Fr., 1922. Morphologie und Biologie der Algen. Zweite Auflage. 1Bd. Jena.
- [66] \*Ostenfeld, C. H. 1901. Jagtagelser over Plankton-Diatomeer. Nyt. Mag. f. Naturvid, Bd. 39. H. 4. 1901. Christiania.
- [67] \*———, 1903. Phytoplankton from the Sea around the Faeroes. Botany of the Faeroes, II. Copenhagen.
- [68] Okamura, K. (岡村), 1907. Some Chaetoceros and Peragallia of Japan. Bot. Mag. Tokyo, vol. 21, No. 224, pp. 89-106.
- [69] Pavillard, J., 1925. Bacillariales. Report on the Danish Oceanographical Expedition 1908-10 to the Mediterranean and Adjacent Seas, II. Biology, J. 4.
- [70] \*———, 1921. Sur la Reproduction du Chaetoceros Eibenii Men. C. R. Acad. Sci. Paris, 172.
- [71] \*Peragallo, H. and M., 1897-1908. Diatomees marines de France et des districts maritimes voisins. M. J. Tempère, Grez-sur-Loing. 540 pp.; Atlas, 137 pls.
- [72] Schiller, J., 1901. Ein neuer Fall vom Mikrosporenbildung bei Chaetoceros Lorenzianum Grun. Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. XXVII, Berlin.
- [73] Schmidt, A., 1885-1937. Atlas der Diatomaceenkunde. Leipzig.
- [74] \*Schussnig, B., 1915. Bemerkungen zu einigen adriatischen Plankton-bacillarien. Akad. Wiss, Wien, Math.-Nat. Kl., Abt. 1, CXXIV, 1915.
- [75] \*Schröder, B., 1900a. Das Phytoplankton des Golfes von Neapel. Mitt. a. d. Zool. Stat. z. Neapel, XIV. Berlin.
- [76] \*———, 1900b. Das Phytoplankton des Golfes von Neapel. Sitzber. Zool. bot. Gesellsch. in Breslau.
- [77] \*Schütt, F. 1888. Über die Diatomaceengattung Chaetoceras Bot. Zeit. Nos. 11-12.
- [78] \*———, 1889. Über die Auxosporenbildung der Gattung Chaetoceras. Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. VII, Berlin.
- [79] \*———, 1893a. Das Pflanzenleben der Hochsee. Kiel und Leipzig.
- [80] \*———, 1893b. Wechselbeziehungen zwischen Morphologie Biologie, Entwicklungs-geschichte und Systematik der Diatomeen. Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. XI. Berlin.
- [81] ———, 1895. Arten von Chaetoceras und Peragallia. Ein Beitrag zur Hochsee flora. Ibid. XIII.
- [82] ———, 1896. Bacillariales. Engler und Prantl: Die Natürliche Pflanzenfamilien, T. I. Abt. 1b.
- [83] Smith, G. M., 1950. The fresh-water algae of the United States. 2ed. New York.
- [84] Sproston, N. G., 1949. A preliminary survey of the plankton of the Chu-san region, with a re-

- view of the relevant literature. *Sinensia*, vol. 20, Nos. 1-6. pp. 58-161. Inst. Zool. Acad. Sinica.
- [85] Taylor, F. B. 1929. Notes on diatoms. An introduction to the study of the Diatomaceae. Bournemouth, England.
- [86] Temepere J. A. & Peragallo, H., 1907-1915. Diatomees du Monde entier. II. Ed. (1915), fasc. 1-30. Grez-sur-Loing.
- [87] \*Van Heutck, H., 1880-1885. Synopsis des Diatomees de Belgique. Anvers, 1880-1881.
- [88] Van Heurck, H., 1896. A treatise on the Diatomaceae. Translated by Wynne, E. E. London.
- [89] Yendo, K. Ikati, J. 1918. Auxospore-formation of *Chaetoceras debile*, Cleve. Bot. Mag. Tokyo, vol. 32. No. 379.

\*表示尙未能收集到的文献，只是簡接參考已有文献中所引証的部分資料。