浮游生物學實驗法

理学博士
小久保清治著

江苏工业学院图书馆
藏书章

厚生閣版

需要全本请访问 www.ertongbook.com

緒　　言

浮游生物學は本來海の群聚生態學（Marine synecciogy）の一方面であるが，此の實驗研究は二方面に分けて考へる事が出來る。卽ち其の一はプランクトン其の物の分類的研究，其の二はプランクトンの生態的研究である。而して浮游生物學の體系的の發達は言ふまでもなく後者，卽ち生態的研究に俟つ可きであるが，生態的研究は如何にしても或程度の分類的知識を必要とする。卽ち兩者は離る可からざる脣齒輔車の關係にあるのである。

本書に叙述する所は主として分類研究的の實驗で，研究者は之を基礎として本目的の生態研究に入る可きである。而して敢て本書に斯くした所以は一には分類實驗が初心者に基礎知識として必要であるにもよるが，又一面には生態實驗は從來の研究結果だけでは未だ充分系統的に組織し得るに至つてゐないにもよるのである。此の點の不備は著者自らもよく知る所であるが，殘された此の重要な分野に就ては將來業績の集積を待ち，本書の姉妹篇として一書を編著する日の到らん事を待つ次第である。

目　　次

緒　言

第1章　浮游生物學總論……1

第1節　浮游生物學……1

第2節　プランクトンの生態的分類……3

第3節　プランクトンの生態……9

第1.　プランクトンの浮游適應……9

第2.　浮游の原理……12

第4節　プランクトンの季節的變化……15

第1.　プランクトンの季節的變化……15

第2.　プランクトンの季節的變異……18

第5節　プランクトンの垂直分布……21

A）垂直分布と垂直運動……21

1）物理學的條件（21）　2）化學的條件（22）　3）生物學的條件（23）

B）各種プランクトンの垂直分布……24

1）植物性プランクトンの垂直分布……24

2）動物性プランクトンの垂直分布……24

a）原生動物（25）　b）腔腸動物（25）　c）環蟲類（25）　d）甲殼類（26）　e）軟體類（26）

第2章　浮游生物學實驗用具……28

第1節　顯微鏡……28

1）低倍率顯微鏡（28）　2）普通顯微鏡（29）　3）特別な顯微鏡（30）

第2節　顯微鏡寫眞……31

1）顯微鏡寫眞器（31）　2）實際　撮影（32）　3）引伸器の應用（34）

第3節　採集用具……35

A）採集網……35

a) 標準採集網 (38)　b) ヘンゼン式定量採集網 (38)　c) ヘンゼン・アプスタイン式定量網 (39)　d) ナンセン式開閉採集網 (39)　e) メーター式定量採集網 (39)　f) プランクトン連續レコーダー (43)　g) プランクトン・インデケーター (44)

B) 喞筒及び採水器 ……46

第4節　標本の固定及び保存……49

第3章　プランクトンの定量研究 ……53

第1節　定量採集法……53

1)　喞筒による採集法……53

2)　採集網による採集法……54

第2節　プランクトンの定量法……56

A)　容積測定法……57

B)　個體數測定法……57

第4章　プランクトンの臨海實驗 ……63

1)　臨海實驗の時期と期間……64

2)　臨海實驗の方法……65

第5章　プランクトン動植物の實驗觀察 ……70

第1節　動物性プランクトン……70

〔1〕　原生動物……71

〔2〕　腔腸動物……80

〔3〕　輪 蟲 類……84

〔4〕　毛 顎 類……88

〔5〕　甲 殻 類……92

第2節　植物性プランクトン……105

第1章　浮游生物學總論

第1節　浮游生物學

浮游生物學の研究目的たる**浮游生物**は水中に浮游する動植物で，之等の生物の多くは顯微鏡的の微生物に屬し其の運動力は極めて弱いか又は全く此の能力を缺く。而して其の運動は風又は海流に支配されて水の表面に浮游し，又は水中に懸游するもので，稱してプランクトン（Plankton）と呼び，之を研究する學科を**浮游生物學**（Planktology）と呼ぶ。

海の生物全體を生態學的に分類すると之を大體3種類に分ける事が出來る。即ち水中の主として上層に浮游するものと，中層を浮游するものと，海底を匍匐爬行するものとである。通常吾人が所謂水中動物と稱するものは多くは**游泳生物**又は**底部生物**であるが，水中には之等の動植物のほかに一見吾人の肉眼には觸れぬ一大生物界が存在する。之が即ち上述のプランクトンで苟も水界には海洋，池沼，湖水，河川等其の何れたるとを問はずプランクトンの分布してゐない所はない。

プランクトンなる呼稱は 1887 年に獨逸の Victor Hensen が北海及び大西洋に就て浮游生物を研究し，其の結果を "プランクトン即ち海に浮游する動植物の研究" (Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meere triebenden Materials an Pflanzen und Thieren, 5 Ber. Komm. Wissens. Unt. d. deutschen Meere, pp. 1—108, 1887) と稱する論文を發表したに始まる。其の以前に於ては浮游生物は獨逸語で，單に Auftrieb と呼ばれ Johannes Müller 以來單なる分類學的興味から研究されて來たのであるが，Hensen, V. は新たに生物學的見地から浮游生物の重要性を認め，定量的に之を研究して Plankton が海洋の物質代謝の上から見て如何に海の生物學上重要なものであるかを闡明した。Hensen, V. 以前にも單なる Fauna とし

需要全本请访问 www.ertongbook.com

ての浮游生物を研究した人は數多くあつたのであるが，其の生物海洋學上の重要性を認め海の群衆生體學（Marine synecology）の1部として研究したのは實に HENSEN, V. を以て嚆矢とする。

HENSEN, V. の上記の研究は海洋生態學黎明期の壓卷として學界の視聽を惹いたのであるが，彼は更に 1889 年多くの學者と共に浮游生物研究航海（Plankton Expedition）の壯擧を企て，汽船 National 號を艤裝し大西洋を X 字形に航海し，其の海程1萬6千哩，之が研究報告は 1892 年以來年を逐うて發刊され，玆に海の Plankton に關する知識は1紀元を劃するに至つた。

HENSEN, V. の上記の研究は凡てミュラーガーゼを以て作つた定量採集網を以て行はれ，其の最も重要な結論はプランクトンは暖海に少く寒海に多いと云ふ事で，又同時に各種プランクトンの地理的分布が明かにされ，其の業績は海洋生物學上の1鴻業と讃へられた。然し其の後 CHARLES KOFOID は HENSEN, V. の採集網の不正確を指摘し，更に LOHMANN, H. は採集網の不正確さを實驗的に證明し，喞筒又は採水器によつて採取した水を濾紙を以て濾過し，又は遠心器を用ゐて水からプランクトンを分離して其の數を計へるの方法を用ゐた。此の方法によると普通の採集網の目を通過してしまふ**微細プランクトン**（Nannoplankton）が確實に採集され定量されるのである。此の研究は要旨は甚だ簡單であつたが採集網を通過するプランクトンが如何に多いかと云ふ事を示した點に於て多くの學者に注目された。

斯く LOHMANN, H. は採集網を通過する微細プランクトンの重要性を强調したのであるが，其の後 ALLEN, E. J. は**培養研究**を行つてプランクトン（主として硅藻類）を更に正確に定量した。此の方法によれば少くとも培養し得る種類だけは LOHMANN, H. の方法によるよりも遙かに精密に定量される。只此の方法は實驗上の不便さを伴ふのであるが實驗上も便利で然も以上の何れの方法よりも正確である方法が其の後 UTERMÖHL, V. H. によつて始められ淡水プランクトンに用ゐられた。即ち所謂**沈澱法**で小量の水に固定劑を加へプランクトンを容器底に沈澱せしめ**轉倒顯微鏡**を用ゐて容器底のプランク

トン數を計へるのである。NIELSEN, E.S. は之の方法を海のプランクトンに應用し，其の實際的研究法として適當である事を證明した。尙ほ以上述ぶる所の喞筒若くは採集器で採水して行ふ方法は，從來主として小形プランクトン（Microplankton）又は微細プランクトンの研究に限ると考へられたのであるが，近來 GIBBONS S.G.は大形プランクトン（Macroplankton）の研究が喞筒採集で極めて適當に研究される事を發見した。從來喞筒採集が採集網の採集に比して遙に正確である事は多くの學者の認むる所であつたが，最近では喞筒が大形プランクトンにまで應用される樣になつた。

以上は主としてプランクトンの定量研究即ち群衆生態學的の進歩を述べたのであるが，更に他の方面に於ては，近來各種のプランクトンを**個體生態學**(Autecology)の方面から研究する事が行はれる樣になつた。即ち橈脚類の各種に就ての NICHOLLS, A.G., BOGOROV, B.G., JOHNSON, N.W. HILL, L.L., CLARKE, G.L., FISH, C.J., ELASTER, H.J., FULLER, J.L., GIBBONS, S.G., HARVEY, H.W. 等の研究の如き，又硅藻類の個體生態に就て行つた WIMPENNY, R.S., GARSTANG, W. 等の研究の如き此の例である。斯の如き研究の集積はやがて Synecology としてのプランクトン研究の上に1大進歩を齎らすであらう。

第2節　プランクトンの生態的分類

地球上の生物は**環境生態學**(Environmental ecology)の上から之を陸上生物(Geobios)と水中生物（Hydrobios）との2大群に分ける事が出來る。而して更に水中生物は環境の性質によつて之を**鹹水生物**（Halobios）と**淡水生物**(Limnobios)との2者に分ける事が出來る。而して後の2者中には其の習性によつて水中に浮游生活を送るもの即ち **Plankton** と，游泳生活を送る游泳生物即ち **Nekton** と，更に海底に匍匐爬行する底部生物即ち **Benthos** の3者に區別する事が出來る。

斯の如くであるからプランクトンは要するに水中生物中の獨特な生物聚落

で其の研究は此の生物聚落の生態的觀察に外ならない。從て生態學上の種々の異なつた見地例へば環境生態學，習性生態學，生理生態學，分布生態學，發生生態學等の見地から，又は更に他方面の分類學或は形態的見地から次の様な多種類に分類される。

（1） 環境の性質によつて

A) **鹹水浮游生物**（Haliplankton） 海のプランクトンの意で**海洋浮游生物**（Thalassoplankton）に同じ。

B) **淡水浮游生物**（Limnoplankton） 淡水産のプランクトン全體を稱し之を次の3種に區別する。

a) **湖水浮游生物**（Eulimnoplankton） 眞性湖水浮游生物と稱す可きもの。

b) **池性浮游生物**（Heleoplankton)(Heloplankton) 池沼に産し生態條件的に Eulimnoplankton と區別される。

c) **河川浮游生物**（Potamoplankton） 特に河川に適應したプランクトンで緩流の大河に産する。

C) **汽水浮游生物**（Hyphalmyroplankton） 汽水界即ち汽水湖，河口等に産し之等の區域の生活條件に適應したもの。

（2） プランクトンは從來習性的見地から次の様に多類種に分類された。即ち，

A) a) **恒性浮游生物**（Permanent plankton） 常にプランクトンとして出現するもので全生涯浮游生活を送る。

b) **周期性浮游生物**（Periodic plankton） 種類により1定期間のみプランクトンに出現する。

B) a) **眞表性浮游生物**（Autopelagic plankton） 常に海洋の表面又は上層に浮游するもので Superficial plankton とも云ふ。

b) **深海浮游生物**（Bathypelagic plankton） 之の類は主として海洋の深部に分布するもので更に次の3類に分たれる。

aa）**夜表浮游生物**(Nyktipelagic plankton)　常には深海にあり夜間のみ表面に來るもの。

bb）**冬表浮游生物**（Chimopelagic plankton）常には深海にあり冬期のみ表面に出現するもの。

cc）**不時表浮游生物**（Allopelagic plankton）常には深海にあり不時不規則に表面に出現するもの。

c）**稀表性浮游生物**（Spanipelagic plankton）　常には深海にあり稀に表面に出現するもの。

C）a）**眞浮游生物**（Euplankton）　浮游生活によく適應した眞のプランクトン。

b）**隅性浮游生物**（Tychoplankton）　本來浮游性のものに非ざるも波浪などにより他物よりはなれてプランクトンに出現するもの。

c）**部分浮游生物**（Meroplankton）　生涯の1定期間だけ浮游するもので前述の Periodic plankton にあたる。

D）a）**部分浮游性浮游生物**(Meropelagic plaknton）上記の Meroplankton に同じ。半浮游生物（Hemiplankton）も之に屬す。

b）**全浮游性浮游生物**（Holopelagic plankton）　全生涯を浮游して生活するもので，全浮游生物（Holoplankton）とも稱し上記の Euplankton にあたる。

E）a）**必性浮游生物**（Obligat-plankton）　上記の Euplankton 又は Holoplankton に同じ。

b）**隨意性浮游生物**（Fakultative plankton）浮游的にも底部的にも生活し得るもので時に浮游性，時に底部性であるもの。

（3）プランクトンはまた分布學（Chorology）上から次の様に分類される。

A）垂直分布（Vertical distribution）の如何により，

AA) 海のプランクトンに就ては

a) **上層浮游生物** (Pelagic plankton) 海の上層にのみ分布するもの。

b) **中層浮游生物** (Zonal plankton) 海の中層に分布するもの。

c) **深海浮游性浮游生物** (Bathypelagic plankton) 深海にのみ分布するもの。

BB) 湖水のプランクトンに就ては

a) **表水浮游生物** (Epilimenetic plankton) 湖水の表水層即ち表面と變水層との中間の層に分布するもの。

b) **變水性浮游生物** (Metalimnetic plankton) 湖水の水溫躍層即ち變水層(Metalimnion)に分布するもの。

c) **深水浮游生物** (Hypolimnetic plankton) 湖水の深水層 (Hypolimnion) 即ち變水層の下方の深部に分布するもの。

B) 水平分布 (Horizontal distribution) の如何によつて,

a) **沿岸性浮游生物** (Neritic plankton) 海の沿岸部に分布するもの。

b) **遠洋性浮游生物** (Oceanic plankton) 陸地をはなれた遠洋に分布するもの。

C) 地理的分布(Geographical distribution) の如何によつて,

a) **北極性浮游生物** (Arctic plankton) 北極の寒海に分布するもの。

b) **北方性浮游生物** (Boreal plankton) 北方寒海に分布するもの。

c) **溫帶性浮游生物** (Temprate plankton) 南北兩半球の溫帶部に分布するもの。

d) **熱帶浮游生物**（Tropical plankton）赤道帶南北の熱帶海に分布するもの。

e) **南極性浮游生物**（Antarctic plankton）南極の寒海に分布するもの。

D) 季節的分布（Seasonal distribution）の如何によつて，

a) **夏期浮游生物**（Summer plankton）夏期に出現するプランクトン。

b) **冬期浮游生物**（Winter plankton）冬期に出現するプランクトン。

（4）發生生態學（Developmental ecology）又は其の根源の如何によつて次の様に分類される。

A) a) **幼生浮游生物**（Larval plankton）各種動物の幼體でプランクトンに出現するもの。

b) **成體浮游生物**（Adult plankton）成體として出現するプランクトン Larval plankton に對して云ふ。

B) a) **所生浮游生物**（Autogenetic plankton）其の場所に發生してプランクトンに出現するもの。

b) **他生浮游生物**（Allogenetic plankton）他地方に發生したものでプランクトンとして來游するもの。

C) a) **擬浮游生物**（Pseudoplankton）生物に非ざる浮游物で後述の Abioseston 又は Tripton にあたる。

（5）形態の大小によつて次の様に分類される。

a) **巨大浮游生物**（Megaloplankton）船の甲板上より明に認め得可き程度の大さを有するもの。

b) **大形浮游生物**（Macroplankton）ミュラーガーゼ第3番の採集網を以て採集せらる可きもの。

c) **小形浮游生物**（Microplankton）ミュラーガーゼ第20番の採

需要全本请访问 www.ertongbook.com

集網を以て採集せらる可きもの。

d) **微細浮游生物**（Nannoplankton） ミュラーガーゼ第20番を通過し，大さ20μ以下で濾紙又は遠心器によつて得らる可きもの。

e) **超微浮游生物**（Ultraplankton） 形は Nannoplankton よりも更に小さく，其の或ものは細胞構造の觀察不可能で現今顯微鏡で見得る最微のもの。バクテリヤ其の他を含む。

尙以上の外に Macroplankton と Microplankton との中間のものを**中形浮游生物**（Mesoplankton）と呼ぶことがある。

（6） 分類學的見地からは次の様に分類される。

A) a) **動物性浮游生物**（Zooplankton） プランクトン中の動物性のものの總稱。

b) **植物性浮游生物**（Phytoplankton） プランクトン中の植物性のものの總稱。

B) a) **キート浮游生物**（Chaetoplankton） 硅藻類の Chaetoceras を主とするプランクトンで，同様にプランクトンを其の成分によつて，Tripos-plankton（Ceratium tripos を主成分とするもの）Styli-plankton（Rhiz. styliformis を主成分とするもの）等の名稱がある。

以上に述べた以外に生態學の方面では水中の浮游生物若くは浮游物に關して次の様な術語がある。

（1） **セストン**（Seston） 水界に浮游する有形物の總稱で卽ち浮游物である。此の中には生物以外のものでも固形物は全部含まれる。生物關係のセストンを Bioseston，其の以外のものを Abioseston と稱する。

（2） **トリプトン**（Tripton） 水中の浮游物で生物以外のものをトリプト

ンと稱する。此の中に Halitripton, Limnotripton Macrotripton, Microtripton 等を區別する。

（3）**ノイストン**（Neuston）　浮表生物とも云ふ可く水の表面上に浮く生物聚落で水面に漂ふ浮草の如きを云ふ。

（4）**プロイストン**（Pleuston）　浮漂植物とも云ふ可く水面又は水面と底部との間に懸游して生活する植物を云ふ。

第3節　プランクトンの生態

第1　プランクトンの浮游適應

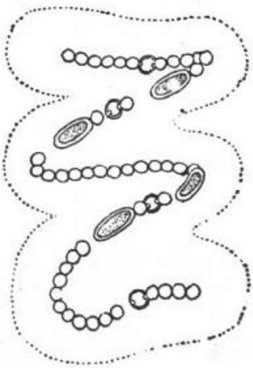
プランクトンの第1の生態的特徴は其の**浮游生活**である。一般の生物は陸上生物でも水中生物でも多くは地盤即ち地殻に關係を有し，多少地盤を離れた生活を行つても，大部分の生活はやはり地上に行はれるのであるが，プランクトンは全く地盤，即ち水底をはなれた浮游生活に適應し，特に前述の Permanent plankton（＝Holoplankton）の如きに於ては榮養，成長，生殖等の全生活史を浮游中にくりかへす。此の様な地盤をはなれた浮游即ち懸游生活はひとり水中のプランクトンに見るのみで，陸上即ち空中には見られない。鳥類や昆蟲の飛翔の如きは單に移動のための運動が空中に行はれるのみで，眞の空中生活に對する適應ではない。

以上の様にプランクトンは浮游即ち懸游を必須の條件とするから，彼等は様々の方法によつて自身の**浮游能力**を增すための適應を示す。蓋し凡てのプランクトンは皆或程度の重量を有する故，重力に抗して自體を浮游せしめるには必ず適當な手段を要するからである。而して此のための浮游能力の調節には種々の方法がある。即ち，

1）**粘液**を分泌するか，**膠狀物質**を作るか，或は組織が膨脹するかして自體の比重を減少し又は水との摩擦抵抗を增すもの。

此の實例は植物性プランクトンに多く藍色藻類の *Anabaena*（第1圖）又は *Polagocystis* の如き，又硅藻類中の *Chaetoceras socialis* Lander（第

2圖）の如きものである。

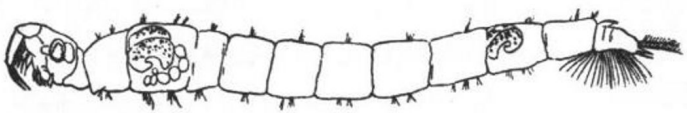


第1圖 *Anabaena sp.*（小久保より）



第2圖 *Chaetoceras socialis*(LEBOURより)

2） **氣胞**を形成して此を浮游器官とするもの。



第3圖 *Corethra*（小久保より）

此の例は動物性プランクトンとしては湖水産の*Corethra*（第3圖）の如きで，此の類はよく發達した氣胞の浮游器を有する。又原生動物たる *Difflugia*（第4圖）又は *Arcella* が其の體内に氣胞を作つて浮游する如きに見る事が出來る。



第4圖 *Difflugia*

3） 比重の小さな**代謝物質**を形成するもの。

a） 代謝により瓦斯體を發生するもの。

此の例は植物性プランクトンに見られる所で，硅藻類の *Asterionella*, *Chaetoceras*, 綠藻類の *Oedogonium* が同化作用による酸素生成のため浮力を增す如きを此の例とする。

b) 體內に**脂肪**又は**油粒**を形成するもの。

一般に硅藻類，藍藻類等は同化作用の結果體內に比重の輕い脂油粒を作り此の增減は其の浮力に影響する。

4) 體の**表面積**を增加し之によつて水との摩擦抵抗を大ならしめるもの。

a) 單に體の表面積を增加するもの。一般に球形の細胞體にあつては其の體積は半徑に對して立方的に，表面積は平方的に增減する。故に簡單な構造の Nannoplankton の如きでは單に體を小さくするだけで比較的に表面積を增す。



第5圖　*Coscinodiscus*（HUSTEDT より）

b) 體の表面に多くの圓盤狀又は劃狀の**彫刻**を作り之によつて表面積を增し水との摩擦を大にする。

此の例は硅藻類では *Coscinodiscus*（第5圖），放散蟲類では *Discoidea*，管水母類では *Pirpita* 等である。



第6圖　*Synedra*（HUSTEDT より）



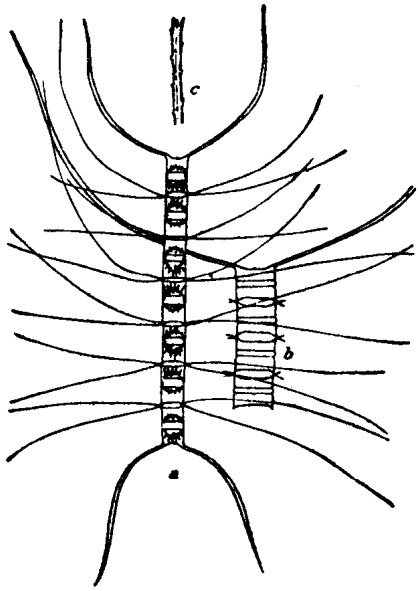
第7圖　*Sagitta*（O. HERTWIG より）

c) 體は**棒狀**に延長し横の位置に於て水の支持力を增すもの。

此の例は硅藻類中の *Synedra*（第6圖），毛顎類の *Sagitta*（第7圖），又は甲殼類中の *Lucifer* の如きもの。

d) 體に特別の**浮游器官**を構成するもの。

此の例は頗る多い。例へば硅藻類中の *Chaetoceras* 屬（第8圖）の如きでは長い刺毛を有し，尙ほ其の刺毛上には多くの棘を有して水の抵抗を增す。又帶鞭類中

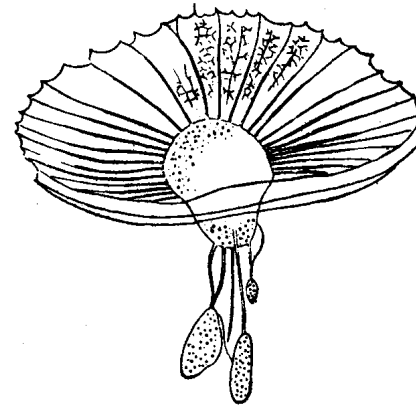


第8圖 *Chaetoceras*(HUSTEDTより)

の *Ornithocercus*(第9圖)の如きでは唐傘狀に發達した浮游器を有する。更に他の例としては管水母類が特に發達した浮嚢を有するが如き，又橈脚類中の *Calocalanus*(第10圖)が多くの發達した刺毛を有する如きも此の例である。

e) **紐狀，鎖狀，網狀**其の他種々の群體を形成して水の抵抗を增加するもの。

群體を形成して水の支持を增すものは，植物性のものにも動物性のものにも頗る多い。例へば硅藻類に就て見ると *Asterionella* 屬(第11圖)が星狀群體をなし，*Melosira*(第12圖)が鎖狀群體をなし，*Rhizosolenia* が桿狀又は螺旋狀の群體をなすが如き之で，又動物性プランクトンとしては原生動物の放散蟲類に多くの個體細胞の集合して球狀群體をなすものがあり，浮游皮嚢類のサルパ類(Thaliacea)に連鎖狀の群體をなすもののある如き此の例である。

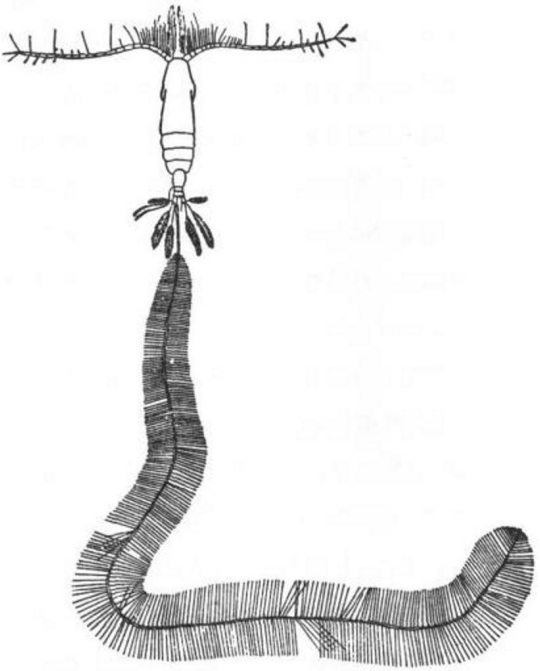


第9圖 *Ornithocercus*(丸川氏より)

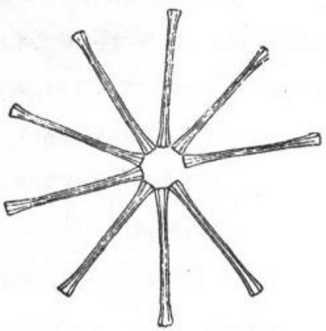
第2 浮游の原理

500749

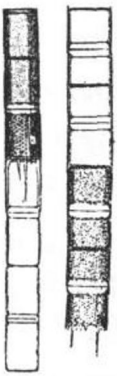
一般に浮游生物體は其の比重が水と同一であるか又は之よりも稍や重い。例へば硅藻類が何等の運動を行はず水中に懸游するは前者の例で，橈脚類が運動を停止するや體が漸次沈降する如きは後者の例である。總て水中に於ける物體の沈降は其の物體の重量から其の物體の排斥する水の重量を減じた差即ち過重の存するによつて起るものであるが尙此の他に水の粘性及び物體と水との摩擦抵抗等が關係する。OSTWALD, W. O. によれば水中に於ける物體の沈降速度と上記の諸條件との關係は次の如くである。



第10圖　*Calocalanus*（GIESBRECHTより）



第11圖　*Asterionella*（WESTより）



第12圖　*Melosira*（HUSTEDTより）

$$\text{沈降速度} = \frac{\text{過重}}{\text{外形抵抗} \times \text{水の粘性}}$$

即ち上式によれば沈降速度は物體の外形抵抗と水の粘性に逆比例する。故に此の二條件の價が增せば沈降速度は減じ浮游は容易になる。前述の如くプランクトンが其の形を様々に變化し

需要全本请访问 www.ertongbook.com