

浮游生物學

Planktology

袁 濂 編 著



南山堂出版社發行
弘洋圖書有限公司

200685

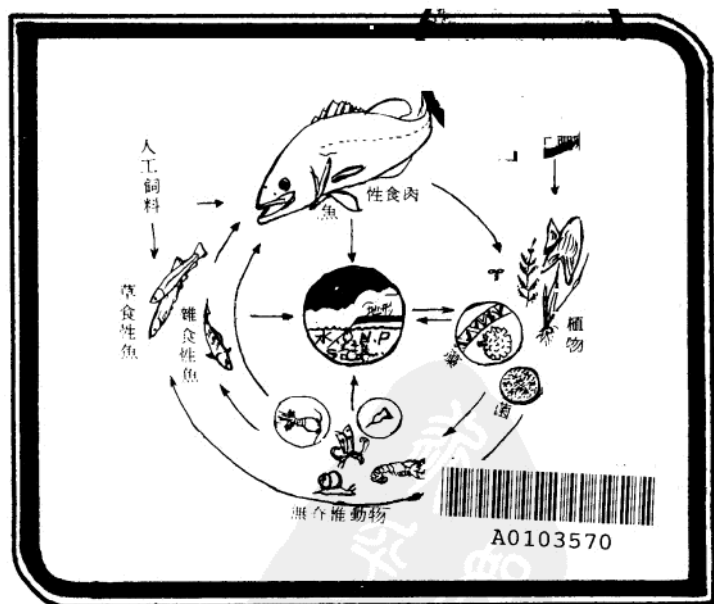
△ Q.11.11/104

ISBN 957-9511-00-4

浮游生物學

Planktology

袁 濬 編 著



南山堂出版社發行
弘洋圖書有限公司

PDG

代序 浮游生物與人生

「浮游生物」原是水棲生物中的一種生態羣。1890年 Ernst Haeckel，採用 Ecology (eco = house, logos = discourse) 一語代替 Biology 以來，生態學中又派出生理生態，發生生態及分布生態等諸多部門，在海洋生物的生態學，發展至今，例如 1922 年 Flattery & Walton 的著作，致力於海洋生物聚落，住所，分布等習性的記述；1956 年 Nicol. J. A. C. 的著作，詳析物理化學等無機環境因素，對海洋生物之器官構造及各器官之作用。1958 年 H. B. Moore 的著作主述海洋各不同地形，海區中理化條件對於海洋生物的反應及生態影響。此外 1955 年 Sven Ekman 的 Zoogeography of the Sea 以及 1959 年 H. Barnes 的 Oceanography and Marine Biology 等，在地理分布上，無不以浮游生物為海洋生物學研究的重心。

海洋生物依其分布生態可別為「底部生物」(Benthos) 如海星、海胆、貝類、珊瑚等。「游泳生物」(Nekton)：如鯨魚、黃魚、烏賊、海狗等，及本文所談的浮游生物。浮游生物是遍布於海水各部份的一種運動力極薄弱的小形生物，依賴海流、潮汐為之移行各所，大部份由小形無脊椎動物及原微植物 (Protophyta) 所構成。過去英語稱為 Pelagic life，德語稱為 Auftrieb。1887 年德人 V. Hensen 創名 Plankton 至今廣被延用。原為海洋羣體生態學 (Marine Synecology) 的主角，現在已單獨派分為浮游生物學 (Planktology) 自立門戶，不過因為它們的體形微小，不為常人所注意，自從海洋探測工作發達以來，這顯微鏡下的小生命，由於其種類，數量之多，對海洋各方面影響之深，才引人驚異！

例如它們的發光性種類，在海面造成黑夜的「海光」，它們的色素，某些鞭毛類造成沿岸可惡的赤潮；某些藍藻類的紅色素使紅海聞名！人類愈接近海洋，浮游生物與人類生活愈密切；我們必須對它加

深瞭解的時候到了！

在海洋學中無數的浮游生物的死骸，沉澱在低溫黑暗的深海，有的堆積成海底底質稱為骸泥，是海底地理的標誌；有的尚在下降，呈現海底下雪一般的景象。最近由於超音波（Super Sonic Sound）測深儀器的探測，發現在海洋中層分佈着一種「深散亂層」（Deep scattering layer）略稱為：D. S. L. 據 Moore 推測，是由深海性浮游生物之分布所導致的。是值得漁業物理學家和海洋生物學家們，深加研究的。茲將常見的幾項，浮游生物於人類生活上的影響引述於後：

一、魚介的天然食糧：

浮游生物除被底棲生物及魚類捕食而外，自己也相互吞食而常相增高其營養，一切魚苗期間，恒以浮游生物為餌，所以浮游生物產量大小與魚類的初期發育有密切關係，漁業家視為預測漁獲豐凶的訊號。

尤其鬚鯨類的長鬚鯨、鯨鯨和脊美鯨，皆以動物性浮游生物為主食，在鯨糧中南冰洋以油發蝦（Euphausia）（Krill 英）為主，海功號水產試驗船南極探險即以捕此此蝦類為目的。北冰洋中以糠蝦科的 *Thysanoessa inermis* 及 *Meganyctiphones norvegica* 和橈腳類的 *Calanus finmarchicus* 為主要種類。體形雖小，但分布頗廣。既容易捕餐，又極富營養。因而在調查鯨魚資源者發現浮游生物產量與鯨產量的榮枯有相關性。此外，世界重要魚類中的鯧類；秋刀魚、鯷魚、飛魚等也是依賴浮游生物為食糧的，它們經常向動物性浮游生物繁茂之所，移羣洄游，它們的子孫榮枯，常受動物性浮游生物繁殖情況的支配。同一海區動物性浮游生物的榮枯與植物性浮游生物的榮枯有關。而植物性浮游生物的榮枯，則受此區內日量，海況及水中營養物質等支配。

據過去調查，在鯷魚豐產期與矽藻的繁殖呈相反關係，即矽藻大量繁殖時，魚類反不能游近它們，等待矽藻消失後，大量動物性 *Calanoid* 浮游生物出現之時，鯷魚來集，飽餐其餌，呈現豐漁。於是

，在一水域中，測知動物浮游生物，尤其是Calanoid 類的繁殖情況，又可藉以預測未來鯨魚的漁訊。

淺海港灣中之浮游生物為珠母貝和蚶仔、文蛤等的主要食物，此等浮游生物隨海況而起的變動，常影響養殖貝類的收成。

南冰洋產白長鬚鯨及長鬚鯨，向以浮游生物「油發蝦」(Euphausia superba) 俗稱南極蝦為主餐，所以鯨類與之同在。但油發蝦的生活水域，向來缺少植物性浮游生物，是因為它們擇此水域而棲，同時，植物性浮游矽藻濃密之區，不但「油發蝦」恆避之，鯨魚亦然，有很多種植物性浮游生物具有這種「排斥」動物的作用。

二、有害的赤潮 Red tide :

某種優惠的天然環境形成之時，能使海水中某種浮游生物呈爆發性的大蕃殖，因而維持一個相當長時間內，海水變色，混濁而有惡臭。這種現象稱為「赤潮」。它是常見於蚶仔，珠母養殖場的天災，這一區一旦發生赤潮，不單毒殺底棲魚貝和沿岸水族，同時使魚族逃亡阻止外海魚羣游來，漁獲量也自然減少。

構成赤潮的浮游生物首以量勝，再隨其種類情況不一，同時其為害程度隨其種類而異；一般先查明其種屬，再研究其生理、生態，最後視其為害的輕重，施以適當的預防對策。

赤潮形成的主要種類有鞭藻類、矽藻類和原生動物等，其中以Gymnodinm 為最多，Ganyanlas 及 Mesodininam, Dictiocha 次之。此外矽藻類的 Chatoceros , Rhizosolenia 亦復不少，矽藻赤潮雖無殺害魚族者，但鯧魚、目比魚、烏賊及鰈類，常因之逃離漁場而告減產，海水呈茶綠色或咖啡色，腐敗粘稠。不過此種赤潮之復元時間，沿岸海藻類的生長反見良好，漁撈增產，日人特稱此種為「役水」。即有用的水之意。

浮游生物，反常增殖，而起赤潮，不能遠游的底棲生物受害最烈，往往行成「死亡圈」生物全部滅亡。游泳動物因水質變化，相率逃亡，使沿岸漁業一時凋蔽。

浮游生物因何而起反常生殖，至今仍屬討論中的未決問題，多數

學者認為起因於氣象因素，即與降水量關係重大。蓋海水鹽分降低成爲物理的刺激；加上雨水中帶來營養物質，而促成此變；也有人以爲因雨水在生理上使住在此水塊（Water mass）中浮游生物的營養吸收率增大，再加上物理化學的變化而促成的。其中在反常增殖前，水塊物理的安定性，也十分重要，如果水塊不斷與外洋水混和，縱有充分的雨水和養分也不能行成赤潮，只不過是成爲浮游生物性的有機混濁物，自會隨水流散去。

三、檢定水質：

浮游生物羣集的分布系列，有自江灣外口至灣內，有自半鹹水（鹽淡混合水）至淡水，又有自河口至沿岸、外洋，以及暖流系，寒流系等各階段的羣系，我們仔細調查各種羣系的性質，只要檢查樣水中浮游生物的種類數量就可判斷其所屬水系，并推斷出水質概況。在海洋學上更利用浮游生物羣系的漂流性，以明瞭海流水塊的立體動向，以及水質的擴散，收斂程度，稱爲「生物指標」是很有用的檢定方法。

此外底棲生物和游泳生物的羣集也有分布系列，常隨水質的變化而更動，在水產養殖科學上可用此等相互的關係選擇養殖場所。

浮游生物的水質檢定在法醫學上更用來勘定溺斃案件，因爲浮游生物體形細小，矽藻的矽質外殼不易遭外力破壞，可以檢查浮游生物在死者體內的器官中的伸入狀態，以研判是否溺斃？還是死後被投入水中？同時，依浮游生物的種類分析可以判定溺斃地點，因爲淡水、江灣水、內灣、沿岸，外洋各有不同種類的浮游生物，可自死者體內的矽藻殘骸加以研判。

四、人類對於浮游生物直接利用：

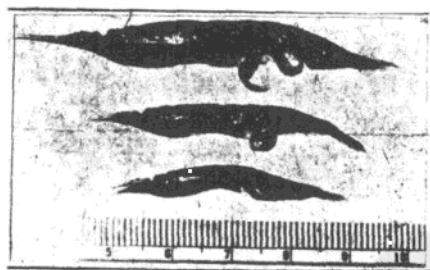
人類直接利用浮游生物，例如藍綠藻 *Spirulina* 的人工培養和食用，當屬近幾年研究發展中的新事業。但是大多數的浮游性魚卵、魚苗，在古代即爲中國漁民採捕，以供池內養殖。其中最主要的浮游生物，當推浮游於長江的草鯁魚卵苗和浮游於台灣海岸的虱目魚苗、鰻苗。

所以中國是最早直接利用浮游生物的國家。近數年來由於南冰洋捕鯨的限制，我們在直接採捕鬚鯨的餐物「油發蝦」，以供人畜食用。更有浮游矽藻、無色鞭毛虫的培養，用來滋養草蝦的種苗。此外，因為水產動物的種苗，其幼年多數要經一段浮游生活，所以在海洋生物養殖事業上浮游生物的研究利用是解決魚苗問題的必經之途。

最後在中國南部廣東省有一種古老的「蝦春漁業」，這是一種專門捕採小甲殼類浮游生物的定置漁業，採捕蝦類的卵苗，直接供人食用，營養豐富，味極鮮美，將來人類直接採取海洋中無盡藏的浮游動物，用來解決人類嚴重的蛋白質缺乏時，中國的蝦春漁業，將是世界斯學的嚆矢，美國Mono Lake 產豐年蝦卵 (Brine Shrimp) 之採捕，尚屬後進也。

此文發表於中國文化學院海洋研究所海洋彙刊第二輯，茲因所著浮游生物學即將付梓，謹以之代序。

誌於台北松山



序言附圖 台灣水產試驗船海功號所採之
油發蝦類——南極蝦

浮游生物學

目 次

代序 浮游生物與人生

第一篇 浮游生物學概說

第一章 水產生物的生態	3-13
第一節 水棲生物的生活方式.....	3
第二節 浮游生物與水產業之關係.....	8
第三節 浮游生物之分佈.....	8
第四節 浮游生物之營養.....	10
第五節 浮游生物之繁殖.....	10
第六節 浮游生物之習性.....	12
第二章 浮游的原理	15-33
第一節 水界中的生活環境.....	15
第二節 漂浮生活的理論.....	20
第三節 浮游的生理適應.....	21
第四節 浮游的生態適應.....	27
第五節 浮游的形態適應.....	28
第三章 浮游生物的立體分佈	35-65
第一節 垂直分佈與垂直運動的形成.....	35
第二節 光線垂直分佈與浮游生物垂直分佈之關係.....	37
第三節 垂直分佈的概觀.....	47

第四節	水流與浮游生物之分佈	52
第五節	浮游生物的水塊標示	54
第六節	浮游生物形成的特殊水塊	57
第七節	浮游生物的遺骸	63

第二篇 浮游生物各論

第一章	浮游生物的分類	69-76
第一節	浮游生物學的術語和生態群	69
第二節	浮游動物和浮游植物	71
第二章	單細胞浮游植物	77-97
第一節	浮游性矽藻通性	77
第二節	浮游矽藻之典型	82
第三節	浮游性藍色藻類通性	90
第四節	浮游藍藻之典型	92
第五節	浮游綠色藻類通性	93
第六節	淡水浮游綠藻之典型	94
第三章	介乎動植物間之單細胞浮游生物	99-111
第一節	介乎動植物間浮游生物之通性	99
第二節	介乎動植物間之浮游生物之典型	101
第四章	單細胞浮游動物	113-121
第一節	單細胞浮游動物之通性	113
第二節	單細胞浮游動物之典型	115
第五章	多細胞浮游動物終生型類	123-154
第一節	通性	123
第二節	腔腸類浮游動物及其典型	123

第三節	輪虫類浮游動物及其典型	126
第四節	毛類類浮游動物及其典型	133
第五節	甲殼類橈脚目浮游動物及其典型	137
第六節	甲殼類枝角目浮游動物及其典型	147
第七節	甲殼類裂脚目浮游動物及其典型	152
第六章	多細胞浮游動物幼蟲期型類	155-173
第一節	通性	155
第二節	幼蟲期浮游生物之典型	170
 第三篇 浮游生物學的試驗和研究		
 第一章 試驗和研究之目的 177-187		
第一節	海洋湖沼的生產力	177
第二節	浮游生物試驗和研究之重要	177
第三節	浮游生物試驗之實施	178
第四節	浮游生物之研究	181
 第二章 浮游生物的採集法 183-198		
第一節	採集工具	183
第二節	水平採集法	191
第三節	垂直採集法	191
第四節	Collection of Plankton Samples (浮游生物採集) 實習	194
 第三章 浮游生物定量研究法 199-215		
第一節	浮游生物的定量研究	199
第二節	浮游生物的定量法	199
第三節	個數測定法	201
第四節	培養計數法	205

第四章	浮游生物的標本	217-218
第一節	固定標本.....	217
第二節	染色標本.....	218
第五章	浮游生物的培養和養殖法	219-228
第一節	浮游生物的功用.....	219
第二節	單細胞浮游植物培養法.....	220
第三節	介乎動植物間之微小浮游生物之培養.....	223
第四節	浮游動物及幼虫期浮游動物之養殖.....	225
附錄	浮游生物圖集	229-301



插圖目次

序言附圖	台灣水產試驗船海功號所採集之油發蝦類——南極蝦	
第 1 圖	海洋生物生態分區圖	1
第 2 圖	海洋及食物鏈	6
第 3 圖	動物性浮游生物	7
第 4 圖	植物性浮游生物	7
第 5 圖	微塵子母虫及其冬卵	12
第 6 圖	水中之物質循環模式圖	16
第 7 圖	<i>Anabaena</i> sp. (藍色藻類)	22
第 8 圖	<i>Chaetoceras socialis</i> (矽藻類)	22
第 9 圖	<i>Corethra</i> (搖蚊幼虫)	22
第 10 圖	<i>Diffugia</i> (原生動物浮游變形虫)	22
第 11 圖	<i>Arcella</i> (原生動物浮游變形虫)	23
第 12 圖	<i>Coscinodiscus</i> (矽藻類)	24
第 13 圖	銀輪水母	24
第 14 圖	<i>Synedra</i> (矽藻類)	24
第 15 圖	<i>Sagitta hexaptera</i> (毛顎類)	24
第 16 圖	<i>Lucifer</i> sp. (十脚目無鰓糠蝦)	25
第 17 圖	<i>Chaetoceras</i> (矽藻類)	25
第 18 圖	<i>Ornithocercus</i> (帶鞭類)	25
第 19 圖	<i>Calocalanus</i> (橈脚類)	25
第 20 圖	<i>Asterionella</i> (矽藻類)	26
第 21 圖	<i>Melosira</i> (矽藻類)	26
第 22 圖	海梭 (皮囊類)	26
第 23 圖	英國 Cardigan 灣浮游生物之季節變化	27
第 24 圖	長角鎧鞭虫 (藻)	29
第 25 圖	龜甲輪虫之季節變異	30

第 26 圖	微塵子之季節變異	31
第 27 圖	海水中鹽分與葉脚類 <i>Artemia salina</i> 體形變異之關係	31
第 28 圖	D. S. L. (深散亂層)	44
第 29 圖	裂脚目糠蝦類 <i>Euphausia</i> 一種	45
第 30 圖	D. S. L. 與瀨付性鮭群之位置關係	46
第 31 圖	長鰭鮭魚場所現 D. S. L 與鮭群之日間變位	46
第 32 圖	冠水母 (<i>Atolla wyvillei</i>)	48
第 33 圖	多毛類浮游沙蚕：赤眼浮蚕 (<i>Alciopa Cantraini</i>)	49
第 34 圖	浮蚕 <i>Tomopteris pacifica</i>	49
第 35 圖	菱貝 (<i>Clio pyramidatu</i>) 與龜貝 (介) (<i>Cavolina trispinosa</i>)	50
第 36 圖	發光海鞘 <i>Pyrosoma atlanticum</i>	51
第 37 圖	原索動物環筋目：海樽 <i>Doliolum nationlis</i>	51
第 38 圖	原索動物半筋目大海梭 <i>Salpa vagina</i>	51
第 39 圖	湧流區域之生產狀態	53
第 40 圖	赤潮生物 <i>Gymnodinium brevis</i> 之浮游形態	59
第 41 圖	養鰻池中之浮游植物	61
第 42 圖	養鰻池中之浮游動物	62
第 43 圖	水棲生物食物連鎖	71
第 44 圖	水產生產金塔	72
第 45 圖	水輪虫 <i>Hydatina senta</i>	73
第 46 圖	有尾類皮家虫 <i>Oikopleura dioica</i>	73
第 47 圖	浮游生物之類型圖	75
第 48 圖 A	矽藻之縮小分裂圖	78
第 48 圖 B	<i>Biddulphia mobilensis</i> 之小孢子形成	78
第 48 圖 C	矽藻殼模型圖	79
第 48 圖 D	矽藻殼形解析圖	80
第 49 圖	矽藻分類圖	81
第 50 圖	<i>Thalassiosira</i> 屬	81

第 51 圖	<i>Biddulphia</i> 屬	82
第 52 圖	<i>Chaetoceras</i> 屬之模型圖	83
第 53 圖	<i>Chaetoceras</i> 屬矽藻 (a. b. c. d. e. f)	84
第 54 圖	<i>Skeletonema costatum</i>	85
第 55 圖	<i>Thalassithrix nilzschioides</i> Grun	86
第 56 圖	弧形矽藻 <i>Eucampia zodiacus</i> CLEVE	86
第 57 圖	<i>Asterionella japonica</i> CLEVE	86
第 58 圖	<i>Rhizosolenia hebetata</i>	89
第 59 圖	<i>Coscinodiscus gigas</i>	89
第 60 圖	藍藻類分類圖	91
第 61 圖	青粉之一種 <i>Microcystis oeruginosa</i>	92
第 62 圖	紅海藍藻 <i>Trichodesmium erythracum</i> EHRENB	92
第 63 圖	綠藻類	93
第 64 圖	新月藻之 (A) 構造 (B) 細胞分裂	A94 B95
第 65 圖	新月藻 <i>C. parvula</i> 之接合生殖	96
第 66 圖	原球藻 <i>Chlorella vulgaris</i> 之發育	97
第 67 圖	動植物中間性之渦鞭毛藻 (虫) 類	99
第 68 圖	夜光虫 <i>Noctiluca</i>	101
第 69 圖	眼虫 <i>Euglena</i> (植物鞭毛類 <i>Euglenaeae</i> 族, 動物屬 有毛虫 <i>Euglena</i> 目) 之構造	102
第 70 圖	團藻 <i>Volvox glohator</i> (植物屬綠藻類 <i>Volvocales</i> 族, 動物屬原生動物有毛虫類藻鞭毛虫目) 之生殖	103
第 71 圖	帶鞭毛類模式圖	104
第 72 圖	<i>Gymnodinium abbreviatum</i> KOFOID & SWEZY	105
第 73 圖	<i>G. aeruginosum</i> STEIN	106
第 74 圖	<i>G. fusus</i> 等之形態 (a. b. c. d. e.)	107
第 75 圖	盔形虫 (藻) <i>Peridinium conicum</i> (GARM) 之 鎧板數法	108
第 76 圖	長角鎧鞭藻 (虫) 類 <i>Ceratium</i>	109
第 76 圖 F	長角鎧鞭虫之顯微照相	111

第 77 圖	<i>Monas</i> sp.	113
第 78 圖	白點虫 <i>Ichthyophthirius mltiflūs</i> FOUQUET	114
第 79 圖	浮游性偽足虫類.....	114
第 80 圖	放射虫 <i>Acanthometron pellucidum</i> J. MULLER	116
第 81 圖	浮游有孔虫——浮珠螺.....	117
第 82 圖	太陽虫 <i>Actinophrys sol.</i> O.F. Müller	118
第 83 圖	挺挺虫 <i>Tintinnopsis tampanula</i>	119
第 84 圖	挺挺虫類 (a. b. c. d.)	120
第 85 圖	吊鐘水母 <i>Aglantha digitalis</i> HAECKEL 構造圖	124
第 86 圖	罩鐘水母 <i>A. bemistoma</i> PERON et LESUEUR	125
第 87 圖	盤形水母 <i>Obelia geniculata</i> ALLMAN	126
第 88 圖	獨脚水母 <i>Hybocodon prolifer</i> AGASSIZ	126
第 89 圖	淡水產泥輪虫 (<i>Synchaeta stylata</i>)	127
第 90 圖	鼠輪虫 (<i>Rattulus capucinus</i>)	127
第 91 圖	筋紋輪虫 (<i>Ploesoma truneatum</i>)	128
第 92 圖	龜甲輪虫 (<i>Anuraea coehlaris</i>)	128
第 93 圖	輪虫體制.....	129
第 94 圖	雙尾龜甲輪虫 <i>Keratella aculeata</i> Ehrenberg.....	131
第 95 圖	長刺輪虫 <i>Notholca longispina</i> (Hellicott)	131
第 96 圖	囊輪虫 <i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	132
第 97 圖	缸輪虫 <i>Brachionus bakeri</i> O.F. müller	132
第 98 圖	羽狀腕輪虫 <i>Polyarthra platyptera</i>	133
第 99 圖	箭虫體制圖.....	134
第 100 圖	箭虫 <i>Sagitta bipunctata</i> 之頭部.....	136
第 101 圖	常見水產浮游甲殼類動物.....	138
第 102 圖	重要橈腳類.....	139
第 103 圖	長鬚虫 (<i>Calanus helgolandicus</i> CLANS) 之體制	140
第 104 圖	長鬚虫 (<i>C. finmarchicus</i>)	142
第 105 圖	長鬚虫 (<i>Centropages bradyi</i>)	143
第 106 圖	長鬚虫 (<i>Calanus caistatus</i>)	143

第 107 圖	劍水蚤 (<i>Cyclops fusus</i> Jurine) 體制	144
第 108 圖	劍水蚤 (<i>C. leuckartii</i> SARS)	146
第 109 圖	長刺微塵子 (<i>Daphnia longispina</i> O.F. Müller)	148
第 110 圖	微塵子 (<i>Daphnia pulex</i>) 之體制	149
第 111 圖	微塵子之胸肢及末端爪	149
第 112 圖	大眼水蚤 (<i>Evadne Nordmanni</i> Loven) 之體制	150
第 112-1 圖	南極蝦 (<i>Euphausia superba</i>)	153
第 113 圖	鉢水母之幼虫 Ephyra	157
第 114 圖	花虫類之幼虫 Arachnactis	157
第 115 圖	蛇尾類之幼虫 Ophionopluteus	158
第 116 圖	渦虫類之幼虫 Müller's larva	158
第 117 圖	多毛類鱗虫之幼虫 Polychaste larva	159
第 118 圖	多毛類後期幼虫 Polychaste larva	159
第 119 圖	多毛類 Trochophara 之幼虫	160
第 120 圖	星虫 Trochophara (Sipuncroidca) 之幼虫	160
第 121 圖	筭虫之幼虫 Actinotrocha	161
第 122 圖	腕足類 (三弦琴貝) 之幼虫	161
第 123 圖	苔蘚虫之體芽胞 Stutoblast	162
第 124 圖	軟體類動物之擔輪子 Trochophora	162
第 125 圖	軟體動物之被面子 Veliger	163
第 126 圖	甲殼類口脚目之幼虫 Erichthus	163
第 127 圖	甲殼類口脚目之幼虫 Erichthoidina	164
第 128 圖	甲殼類口脚目之幼虫 Alima	164
第 129 圖	甲殼類軟脚目之幼虫 Protozoëa	165
第 130 圖	甲殼類長尾亞目及短尾亞目之幼虫 Zoëa	165
第 131 圖	長尾亞目之糠蝦期幼虫 Mysis stage	166
第 132 圖	龍蝦類之特殊變態幼虫 Phyllosoma	166
第 133 圖	甲殼類之肢脚幼虫 Nanpleus	167
第 134 圖	短尾類之蛄眼幼虫 Zoa (Brachiura)	167
第 135 圖	藤壺類之幼虫	168