

十年来我国海洋浮游植物的研究*

朱樹屏 郭玉潔

(水产部黄海水产研究所) (中国科学院海洋研究所)

解放十年来我国海洋浮游植物的研究工作在党的正确领导与大力扶持下发展得非常迅速。解放前不过只几个人做了一些海洋浮游植物分类的工作。现在我們已有了一大批为国民經济及海防建設服务的海洋浮游植物科学工作者。他們正在祖国沿海各地广泛地进行着海洋浮游植物分类和生态方面的研究工作。在配合各重要漁場調查和港湾养殖方面已經取得一定的成績。近两年来,在建設社会主义总路綫的光輝照耀和大跃进形势的鼓舞下,随着全国海洋綜合調查的开展,浮游植物的分类工作和生态研究已在中国海区的北緯 17 度至 41 度的广闊范围内开展起来。现在检閱一下我們十年来海洋浮游植物研究工作的进行情况,对下一步更大更好地开展工作应当是有益处的。

目前要作一个全面的检閱是有困难的。这不仅是因为許多重要的研究成果尚未刊布,而且由于在全国公社化和全面跃进的局势下两年来沿海各地到处兴建了很多有关海洋及漁业的科学研究和教育机构,刊印了許多各式各样的研究报告和文献。其中可能有些关于海洋浮游植物的报告我們还没有見到。因此在这个簡略的检閱中,只能就我們见过的研究报告中在每个海区选择一、二件比較重点地論述一下。对我們还不很了解的工作,在此只能簡要地提一下。文中所述海洋綜合調查中的浮游植物工作系根据国务院科委海洋組海洋綜合調查浮游生物研究組的工作总结。南海近岸的浮游植物工作系根据进行这项工作的同志的通信和她的毕业論文¹⁾。其他都是已刊布的研究报告。限于我們的科学及思想水平,文中难免有些遺漏及不妥之处,欢迎批評指正。

一、分类研究

为了配合水产事业发展,近年来曾对經济魚虾类的主要漁場(如渤海内三大湾的产卵場,黄海的海洋島漁場,烟、威漁場,石島漁場,大沙漁場,东海的舟山漁場等)和可供养殖的港湾(如胶州湾,廈門港等)中的浮游植物都进行了一些分类的研究。1957年开始了渤海及北黄海整个广大海区的浮游植物的調查。1958年随着全国海洋綜合調查的开展,浮游植物調查的范围扩大到南黄海和东海,1959年又扩大到了南海。在这些大范围的調查中,都首先进行了分类研究工作。到目前为止,絕大部分的研究成果尚待刊布,在已經发表的著作中,主要有烟、威漁場及附近海区的角毛硅藻属^[1]和廈門的海洋浮游硅藻^[3]。

角毛硅藻属(*Chaetoceros*)在黄海硅藻中是最常見、种类最多、数量最大、与漁业有密切联系的。这一属旧的分类系統存在着一些混淆的情况,分类工作者对有些种类和变种的鑑定还感到困难;甚至每細胞只有1个色素体的 *Ch. pelagicus* 及 *Ch. distans* 与每細胞

* 中国科学院海洋研究所調查研究报告第114号。水产部黄海水产研究所調查报告第39号。

1) 陈金环。广东省沿海浮游硅藻的調查,廈門大学生物系毕业論文(1959)。

胞含有 2 个色素体的 *Ch. lacinosus* 在重要的分类书籍中也被混为一种,急需研究修訂。

每細胞只有一个含核样体的大型色素体的种类应视为低于每細胞有二个同样色素体的种类,而每細胞有多数小型色素体的种类則是进化較高的。有核样体的大型色素体的个数,或色素体内有无核样品,是稳定的,应作为分类的主要根据。而鏈的长短,鏈内細胞連結的松紧程度及細胞間隙的大小,角毛异化的程度,伸出的方向等則可因环境因素的变化而有各种程度的变异,所以这些細胞壁形态上的特征应放在次要的地位。依此就烟、威海区角毛硅藻属大量标本进行了分析研究,把旧分类系統的 2 个亚属和 18 个組修訂成一个新的分类系統,即把这属硅藻分为 3 个亚属:(1)单色体亚属——每細胞只有一个大型盘状含有核样体的色素体;(2)二色体亚属——每細胞有 2 个大型盘状含有核样体的色素体,和(3)多色体亚属——每細胞有 2 个以上的小型色素体。多色体亚属又分为两个組:(1)无色角毛組——角毛内无色素体,(2)色体角毛組——角毛内有色素体。依照这个新的分类系統,烟、威海区的角毛硅藻計有单色体亚属 12 种,二色体亚属 8 种,多色体亚属的无色角毛組 5 种,色体角毛組 6 种。

福建省近岸的海洋浮游植物分类工作主要是在厦門附近进行的^[3]。在那里采集的时期較长,計有 6 年多(每周采集 1—2 次)。鑑定的种类較多。到目前为止,在出版的中国浮游硅藻文献中以福建近岸描述最多。計有 48 属 140 种。只在厦門附近采到的即有 127 种。在“厦門海产浮游硅藻”^[3]中,还附加了中国沿岸其他各处所发现的种类,总共描述了 181 种。福建面临台湾海峡,而台湾海峡与南海及东海相連。因此,福建近岸的硅藻有許多是出現于南海及东海的种类。此外,也有一些与黄海共同的种类。在福建沿岸的 140 种硅藻中有 48 种已見于舟山海区,12 种角毛硅藻已見于烟、威海区^[1],52 种已見于青島近岸^[3]。

广东省近岸的浮游硅藻已找到 116 种,隶于 33 属,其中数量多而較常見的有 22 种,有 17 种是在我国海区内还没有記載过的。

比較全面的海洋浮游植物分类工作是在 1958 年結合着全国海洋綜合調查开始进行的。到目前为止,在渤海已鑑定了 81 种;黄海 104 种;东海 127 种;南海 91 种。其中有十余种尚須作进一步的研究才能作最后的鑑定。

二、生态 研 究

十年来海洋浮游植物的生态研究主要是在漁場調查、海洋綜合調查等方面。

I. 漁場調查

辽东湾浮游植物的生态調查是从 1951 年起結合着这个海区的一个重要捕捞对象,毛虾 (*Acetes chinensis*), 的調查开始的^[1]。調查結果表示有两种圓篩硅藻 (*Coscinodiscus asteromphalus* 及 *C. Jonesianus*) 是这个海区中毛虾最主要的餌料。毛虾摄食強度与圓篩硅藻数量变动有关^[5]。

在辽东湾 1955 年 6 月至 1956 年 11 月的調查期間发现圓篩硅藻先在北部及东西两岸的狭小水域繁生,到 9 月就向中部扩大,10 月已遍布全湾,12 月开始減少。至次年 4、5 月份則大減,只在湾的北部河口附近为数尚多。6 月末又普遍增加。7 月幼魚、幼虾及浮游动物大量繁殖后,数量又減少。至 8 月調查时則只在湾的北部尚有一定的数量,9 月又

开始增加。

海鏈硅藻(*Melosira sulcata*)也是毛虾摄食的重要对象之一。它是秋季开始出现,至次年3—5月达到繁盛期。这时被毛虾大量摄食。5月后则大减,至夏季消失。此外,*Biddulphia sinensis*、*Thalassionema nitzschioides*、*Th. frauenfeldii*、*Pleurosigma affine*、*P. angulatum*、*Nitzschia seriata* 及 *Navicula cancellata* 等硅藻也是毛虾的食料。

烟、威鲈鱼渔场的浮游植物在渔汛期间(5—7月)在1953—1955三年内总量一般以5月上旬为最多。此后则逐渐减少,7月上旬达最低点,7月下旬又开始增多。浮游植物总量在平面分布上的显著现象是近岸低盐水和远岸高盐水交汇区域的总量一般较大。有些种类如 *Nitzschia pungens*、*Rhizosolenia setigera* 等是随着渤海的低盐沿岸流进入渔场。另有些种类如柱状根管硅藻(*Rhizosolenia styliformis*)显然是来自远岸高盐水域^[2]。

根据角毛硅藻属的分布,总量最密集区一般是靠近岸边,这些近岸的种类主要是单色体和二色体两个亚属的种类和多色体亚属的劳氏角毛硅藻(*Chaetoceros lorenzianus*)、扁形角毛硅藻(*Ch. compressus*)、卡氏角毛硅藻(*Ch. castracanei*)、秘鲁角毛硅藻(*Ch. peruvianus*)和密连角毛硅藻(*Ch. densus*)。最后一种为数最多。这些近岸的密集区常被远岸高盐水的侵入而稀释。因此,可就各个时期的密集及稀释情况了解一些远岸高盐水与近岸低盐水在不同时期的分布及其变化情况^[2]。

在多色体亚属色体角毛组中,有3个种的分布值得深入研究。扭角毛硅藻是显然被远岸高盐水带进渔场的,它的分布与远岸水的分布有密切联系^[2]。卡氏角毛硅藻及密连角毛硅藻则密集近岸,在渔汛主要时期,遍及渔场全部海区,与水系分布情况有着密切联系。研究这些种类和单色体及二色体两个亚属种类的分布及数量变动对了解水系的动态和鲈鱼鱼群的分布都是有现实意义的。

II. 海洋综合调查

根据1958年9月至1959年5月在渤、黄、东海调查海区浮游植物定量研究结果和1959年1至5月南海定性资料初步看出,浮游植物以硅藻类为主,其总个体平均数量以渤海和北黄海较高,南黄海和东海较少。渤海和东海由于水文情况变化较大,浮游植物个体数量的逐月变动也比黄海大。但渤海和黄海浮游植物密集区位置的分布却变动不大,较东海更稳定。浮游植物密集区大都分布在近岸,尤其是在近岸低盐水与外海高盐水的交汇区域,数量往往较大。

浮游植物个体数量的季节变化在大部分海区都是在3、4月和9、10月较多,而在12、1月和5、6月较少;属于中纬度海域两周周期型的季节变化型式。但4个海区各具特点,分述如下:

(1) 渤海是一个半封闭性的内海,受外海水的影响很小,入海河流较多,水浅,上、下层水中磷、硅等营养盐类递补很快,适于浮游植物的繁殖。莱州湾、渤海湾、黄河口、濰河口、辽东湾等都是浮游植物经常密集的区域。

1958年9、10月浮游植物数量很高,11月开始下降,至1959年2月黄河口磷酸盐(PO_4-P)含量高达40毫克-磷/米³,浮游植物增殖很快,3月在河口一带广大水域形成密集区。这是一年中的最高峰。4、5月浮游动物开始大量繁殖,浮游植物的数量便急剧下降,直到8月才又增高。

出現的种类大多系温带近岸种类。春季以角毛硅藻的单色体和二色体两个亚属的种类和骨条硅藻 (*Skeletonema costatum*) 为主。秋季以聶氏海棒硅藻 (*Thalassionema nitzschioides*) 和圓篩属的种类为主。4、5月在渤海中部尚采到少量代表着外海高盐水的柱状根管硅藻。这可能是随着北黄海中央高盐水进入渤海, 而又在渤海中部繁殖起来的。

(2) 黄海受外海高盐水的影响較渤海为大, 浮游植物的数量分布很不均匀。北黄海常在南部(烟台至威海一带近岸)和北部(海洋島以北)形成浮游植物数量較高的区域。这些区域都是高低盐水的交汇区, 也是磷含量較高的地方。北黄海中部是磷含量較低的水域, 浮游植物的数量較少。海洋島以北海区距鴨綠江口很近, 浮游植物数量較烟、威海海更多。浮游植物的季节分布以2、3月和9、10月較多, 5月下旬至6月最少。烟、威海浮游植物种类組成与渤海南部相近。在海洋島一带海域, 除近岸种类外, 尚出現一些外海高盐种类如柱形根管硅藻。中部海区則膜状半管硅藻 (*Hemiaulus membranacus*) 等高盐种类較多。

南黄海(山东半島以南至长江口)浮游植物密集区也分布在近岸, 尤以石島至青島一带海区更多。东部海区則数量很少, 但外海高盐种类所占的比重增大, 这是柱形根管硅藻和 *Hemiaulus membranacus* 的主要分布区。冬季在 35°N 以南, 123°E 以东海区尚可采到暖水外海性的漂流硅藻 *Planktoniella sol*。

苏北浅滩是两种箱形硅藻 (*Biddulphia mobiliensis* 和 *B. regia*)、双凸硅藻 (*Ditylum brightwellii*) 和圓篩硅藻属的密集区。自秋末至春初, 这些近岸种类随着沿岸低温低盐水南下, 一直分布到长江口北岸, 自 32°N — 33°N 之間向东伸往外海。秋季温带近岸性的細根管硅藻 (*Rhizosolenia alata* f. *gracillima*) 在大沙漁場, 几乎成純种大量增殖, 而这种在調查海区的其他部分則极少見到。

(3) 东海水文情况較为复杂, 除冬季外几乎整个調查海区都处在长江淡水与外海高温高盐水的交汇面上。由于长江及錢塘江入海水量的多寡和外海高温高盐水分佈范围变动的影響, 浮游植物密集区的季节变化很大。一年中浮游植物的最高量为9月、4月稍多, 其他月份都很少。种类組成也較其他海区复杂, 一般以温带近岸种类 (*Thalassionema nitzschioides*、*Chaetoceros debilis* 等) 为主, 长江口一带尚有广温广盐性的骨条硅藻, 少数淡水种类 (*Melosira islandica*) 及在半咸水中出現的近岸种类 (*Bellerochea malleus*)。浙江外海的高温高盐水已近暖流边緣, 这里出現了暖水外海种类如 *Thalassiosira subtilis*、*Planktoniella sol* 等。

4、5月浮游植物密集区常在江口东、南两面, 以温带近岸种类的脆弱角毛硅藻 (*Chaetoceros debilis*) 和广温广盐的骨条硅藻为主。9、10月和3月浮游植物密集在两江口之間、江口正东及浙江近岸, 仍以温带近岸种为主, 但亦有少数暖水近岸性的劳氏角毛硅藻和 *Chaetoceros messanensis* 等出現。11—2月长江进入枯水期, 外海高温高盐水分佈范围更向西北扩大时, 浮游植物密集在高温高盐水分佈边緣, 尤以11—12月最为明显; 1—2月数量很少, 密集范围也縮小, 这时暖水外海种类 (*Planktoniella sol*、*Thalassiosira subtilis*) 在总量中所占的比重增加。

(4) 南海浮游植物以暖水近岸和外海种类为主, 根管硅藻属的种类 (*Rhizosolenia bergonii*、*R. imbricata*、*R. robusta*、*R. cylindurus* 等) 更占优势。至海南島以南則藍藻类

的 *Trichodesmus* 属, 成为优势种类, 而硅藻类相应减少。

III. 港湾调查

解放后为了发展养殖事业全国沿岸港湾的浮游植物调查工作已普遍展开。在海产动物养殖区域, 许多河口区域, 胶州湾、厦门港等处, 在浮游植物生态研究方面都已得到了一些成果。在这方面以厦门港硅藻季节变化的资料^[3]为最丰富。将 63 种硅藻作了全年逐月消长的分析研究, 此外, 对 40 种厦门港常见的浮游硅藻还依逐月消长情况分别作了图解, 并和 25 种浮游动物逐月消长情况作了比较。同时, 也叙述了 1936—1937 年青岛硅藻逐月消长的情况。此外对广东沿岸包括海南岛的许多港湾和自北部湾至潮阳的贝类养殖区域和渔场的浮游硅藻也进行了季节变化的研究。

三、结语及建议

毫无疑问, 中国十年来海洋浮游植物研究的显著成绩为进一步更好地开展工作打下了良好的基础。同时在国民经济和国防建设中还存在着有关海洋浮游植物的许多问题, 并且还要层出不穷地发生一些新问题, 需要海洋浮游植物科学工作者来解决。这些问题的解决主要是生态学的任务。因此今后海洋浮游植物生态的研究工作尚须进一步扩大和加强。特别是对许多渔场内及在海洋学上有重要意义的海区内更必须加强浮游植物的生态研究。为海洋渔业服务肯定是浮游植物研究工作的主要方向, 也是一个正确的方向。

在有些近岸渔场及其附近海区内已经发现浮游植物密集的程度有时被河水或远岸海水冲淡稀疏, 成体鱼群或幼鱼集中的地点有时因而发生变化; 这是有重要意义的。但浮游植物在许多其他重要渔场、许多养殖海区和广大的远岸海区内, 大规模地增加或减少的主要原因还没有明确地找出来。对此除了浮游植物贫乏水体的稀释作用外, 我们认为还应先从以下几个方面深入研究以便找出使浮游植物大量增减的主要因子。

1. 能进行光合作用的水层的厚度和在这水层中溶解的营养物质的浓度及供应情况。应研究的营养物质主要是(1)硝酸氮、铵氮和亚硝酸氮及几种分子较小的氨基酸氮;(2)磷酸磷及几种分子较小的有机磷;(3)这些营养物质在这一水层内从溶解的有机物中释放出来的量和速度, 和从下部水层中上升到这个水层中来的量和速度。

2. 影响浮游植物繁殖生长的微量元素和生长刺激素在这个水层内增减的主要原因。

3. 海水温度对光合作用、呼吸作用及营养物质自有机物中释放速度的影响。

4. 浮游植物下沉的速度及原因。

5. 吞食浮游植物的动物的数量及其变化情况。

在中国这样广阔海区的浮游植物调查中, 不同种类在一个海区中互相更替的现象很引人注意。当一个种类达到最繁盛的高峰以后就逐渐衰落, 为另一种类的繁盛高峰所代替。原因何在, 值得深入研究。新兴种类到底是发源在什么地方? 怎样涌现到被调查的海区中来的? 在个别海区, 如辽东湾的调查, 表示有些硅藻是首先在河口浅海区大量繁殖, 以后逐渐扩及一个海区的全部。这是一两年间的偶然现象呢? 还是年年如此? 其他海区有无同类现象? 在河口附近的鱼类虾类产卵场海区及近岸养殖海区及其附近找出大量繁殖的浮游植物种类的发源地是具有重要经济意义的。有哪些种类在哪个海区常年

出現,同样是在海洋綜合調查中值得注意并进一步明确的問題。

对海洋浮游植物生态調查所用的方法本身还需要作些研究工作。在海洋浮游植物量的測定中我們所用过的,主要是体积、重量和計細胞数目的方法。这些方法誠然有它們的优点。体积和重量法簡便迅速,是了解浮游植物量的分布的好办法。計数法使我們既能了解浮游植物羣体中的种类又能了解各种类所占的比重,这是很大的优点。对于可作水体指标的种类來說,它們在一个海区中的数量,或存在与否更是重要;这应当用計数法来解决。不过为水产事业的发展服务我們还应当知道一个海区的生产性能。因此就需要了解那里的浮游植物的生产能力和食用价值。对此,体积法、重量法和計数法都不能很好地滿足需要。这首先是因为在形态及构造不同的浮游植物細胞中,即便体积相等,重量相等或个数相等,所含細胞質量及营养价值并不一定相等。在青島 1950 年曾开始应用浮游植物色素体的浸出液的比色法。惟因浸出液,丙酮或酒精,費用很高以及本法的其他缺陷而未普遍应用。現在我們急需找出在我国具体情况下适用于測量浮游植物的生产能力和食用价值的方法。建議首先研究和应用①測定浮游植物在海中进行光合作用所释放出的氧氣量;②測定浮游植物的有机炭量及③用放射性同位素 C^{14} 測定炭被海中浮游植物的吸收量三类方法。

在过去十年的海洋浮游植物生态的研究中,还没有能够分出适当的力量进行微細浮游植物的研究工作。这类浮游植物能自最小的浮游植物网孔中滤过,因此主要是用采水沉淀法采取。它們無論在細胞个数或总的体积和重量方面都不下于用浮游植物网可以采到的部分。所以在海洋学及漁业的研究中应占重要的地位。目前在中国这几乎还是个空白点。必須在这方面加強力量。

海上浮游植物生态調查所发现的許多問題和所得到的試探性的初步結論可以通过浮游植物生理的實驗研究得到解决和証实。同时全国海水养殖事业的高速发展迫切需要培养大量浮游植物供作养殖动物的食料。只因对浮游植物的生理了解不够,目前还不能大量培养足够供给养殖动物之用。这使我国海产动物养殖事业受到不可忽視的限制。所以浮游植物生理的研究工作是应大力开展的。

在回顧以往十年内海洋浮游植物的研究工作的过程中,还有一个事实不能不注意到。这就是各海区的浮游植物生态研究工作还因为缺乏精确的分类而受到不少的限制。这是值得提請全国广大的海洋浮游植物工作者注意的。种类的鑑定如有問題,可能使生态調查結果的准确性和代表性受到很大的限制。各海区的浮游植物工作者都迫切需要一部在鑑定描述和繪图等方面都很精确的中国海洋浮游植物图谱,这应当在第二个五年计划期内編写完毕,以便为迅速发展的海洋浮游植物生态及其他研究工作更好地鋪平道路。自然,这在我們并不是一件容易的工作,但必須积极努力尽早完成。因为一切为国民經济建設服务的海洋浮游植物工作都迫切需要这项重要的分类工作。

我們有很优越的条件来更进一步的开展各項海洋浮游植物的研究工作。首先是祖国的社会主义建設需要它,和党对科学研究的重視及大力支持。

深信只要我們这支新兴的海洋浮游植物工作的队伍坚持为社会主义建設服务的正确方針,在已有的基础上团结互助繼續努力,中国海洋浮游植物研究的进展,無論在实际应用方面或是理論方面,将在不很长的時間内达到世界先进的水平。

参 考 文 献

- [1] 朱树屏、郭玉洁, 1957: 烟台、威海鲑鱼渔场及其附近海区角毛硅藻属的研究。I. 分类的研究。海洋与湖沼, 1 (1): 27—94。
- [2] 朱树屏、郭玉洁, 1958: 烟台、威海鲑鱼渔场及其附近海区角毛硅藻属的研究。II. 生态的研究。海洋与湖沼, 1 (2): 167—184。
- [3] 金德祥, 1951: 厦门的海产浮游幼藻。厦门水产学报, 1 (6): 145—230。
- [4] 东北人民政府水产处, 1951: 毛虾调查报告。
- [5] 许澄源, 1956: 辽东湾毛虾饵料的研究。辽宁省海洋水产试验场报告, 1: 71—87。