

烟台、威海鮎魚漁場及其附近海区 角毛硅藻屬的研究

II. 生态的研究*

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)

二、烟、威海鮎魚漁場及其附近海区角毛硅藻屬的生态¹⁾

早在19世紀末叶浮游生物学者們即已注意到在外洋水中和近岸水中浮游生物組成的不同。Häckel(1890)将繁生在外海和近岸水中的浮游生物区分为外洋种(Oceanic species)和近岸种(Neritic species)两大类。接着 Schütt(1893)、Cleve(1896, 1897 a, 1897 b, 1900)、Aurivillius(1898)和 Gran(1902)諸学者更进一步地試用浮游生物来鑒別水团。近20年中無論是浮游动物(Russell, 1935; Fraser, 1952)或浮游植物(Gran & Braarud, 1935; Braarud, Gaarder & Grøntved, 1953; Holmes, 1956)都已被广泛地用作不同水团的指标。有关浮游植物与漁業的关系的調查研究(Bullen, 1908; Bearcey, 1885; Hardy, 1926; Savage, 1930; Savage & Hardy, 1935; Savage & Wimpenny, 1936; Henderson, Lucas & Fraser, 1936; Graham, 1938; Монтейфель, 1955; Кагановский, 1955; Cushing, 1956), 日益引起水生生物学者与水产界的重視。显然, 海产浮游植物的生态学的研究無論对于海洋水文学或海洋漁業都是具有重要意义的。

自1953年以来在山东半島北岸烟、威海鮎魚漁場进行的海洋調查資料中, 可看到浮游植物的分布、水团的分布和鮎魚魚群的分布三者之間常显示着一定的关系(朱树屏, 1957)。本文着重討論在烟、威海漁場春季浮游植物中占主要成份的角毛硅藻屬的分布与海洋水文学和鮎魚魚群的关系。

本文所根据的材料主要是1954及1955两年4至7月間烟、威海鮎魚漁場調查中的浮游植物定量資料²⁾。有关海水的理化性質及鮎魚的生活習性主要参考黄渤海經濟魚类資源調查委员会(1954, 1955)漁場調查的未發表資料及漁場調查工作總結(內部資料)。

1954年所分析的角毛硅藻屬定量資料以自水底至水表垂直拖网所采样品为主, 1955年除分段(水底—水下20米, 水下20米—水表)垂直拖网所采样品外还分析了在每个观测站分層(分0、5、10、15、20、30、40米及底層)采集500毫升水中以飽合碘液固定后所沉

* 黄渤海經濟魚类資源調查委员会, 烟台鮎魚漁場調查浮游生物研究报告第3号; 水产部黄海水产研究所調查研究报告第18号; 中国科学院海洋生物研究所調查研究报告第47号。

1) 本文的第一篇, “分类的研究” 見本杂志1(1): 27—94, 1957。

2) 水产部黄海水产研究所丘道立、张煜等同志及中国科学院海洋生物研究所沙学紳、袁永基等同志曾协助进行浮游生物标本的海上采集工作, 山东大学水产学系李德尙同志曾参加1954年标本的部分計数工作, 特此致謝。

积的角毛硅藻。1954年除4月11—15日采集用13xx筛绢制口径50厘米的锥形网外,余皆用口径50厘米、筛绢部分长168厘米的闭锁网,其式样与国际标准型闭锁网(相川,1942)同,唯筛绢滤过部口径为32厘米。1955年改用国际标准20号筛绢的闭锁网。采水沉积法所采水量准确,但因采水量太少,对那些体型稍大,数量少的种类的分布情况代表性很小。而网采法虽然滤过水量不能十分精确的掌握,但因滤水量大,对那些体型稍大而数量较少的种类是具有颇大的代表性的。这两种采集法各有利弊,同时并用尚可得到满意的效果。采水沉积浮游植物与测定海水的理化性质是取自同一个采水瓶中的水样,这样就更便于进行浮游植物的分布与水文情况的对照研究。

1954年共进行了5次浮游生物调查,1955年进行了6次调查。各次调查的日期和范围如下:

调 查 日 期	调 查 范 围	调 查 日 期	调 查 范 围
1954年4月11日—15日 (渔汛前)	北纬37°30'—38°30' 东经121°45'—122°45'	1955年5月2日—4日	北纬37°30'—38°00' 东经121°22.5'—120°12.5'
1954年4月27日—5月5日 (渔汛初期)	北纬37°30'—39°00' 东经121°35'—122°25'	1955年5月13日	自北纬38°10' 东经122°25' 向西北方向到北纬37°30' 东经121°35'作断面观测
1954年5月17日—22日 (渔汛盛期)	北纬37°30'—38°10' 东经121°22.5'—122°25'		
1954年6月8日—11日 (渔汛盛期)	北纬37°30'—38°10' 东经121°22.5'—122°25'	1955年6月1日—8日*	北纬37°30'—38°10' 东经121°10'—122°25'
1954年7月10日—16日 (渔汛末期)	北纬37°40'—38°50' 东经121°22.5'—122°25'	1955年6月3日—6日	北纬37°30'—38°10' 东经121°10'—122°25'
1955年4月24日—28日	北纬37°40'—38°00' 东经121°47.5'—122°12.5'	1955年6月23日—27日	北纬37°30'—38°10' 东经121°10'—122°25'

* 本航与6月3日—6日系在同一海区,以两船东西相向航行,同时进行观测。

材料的分析主要是采用个体计数法。网采的样品首先计数其百分组成,再在计数玻片(Counting Cell;朱树屏,1942)上计数其主要种类在半毫升样品中的细胞个数,由此推算出全网各种类的数量。采水沉积样品是将500毫升水样沉淀后浓缩成5或10毫升,再取其半毫升在计数玻片上计数而折合到每升水中的细胞数量的。

一、本属个体总量分布概况

角毛硅藻属在烟、威鲈鱼渔场及其附近海区所见到的有31种及1变种(朱树屏、郭玉洁,1957),分布情况在各区硅藻总量中所占的比重一般因时间而不同。如威海以北海区1954年4月11—15日(图1, a)及同年4月27日—5月5日(图1, b)两次调查情况,虽相距时间不远但本属硅藻的分布情况及在各区所占的比重已有显著不同。

个体数量最高峰常在渔汛初期(4月末至5月初旬)以前。1955年5月初旬每升水中本属个体总数上层达8,000个以上,底层10,000个以上。5月末旬即显著减少,此后逐渐减少。秋季又逐渐增加,但秋季高峰的数量常较春季高峰时为少。春季本属个体数量最多区域常先在近岸出现。本属各种在本属个体总数中所占的比重,也常因时间而异。

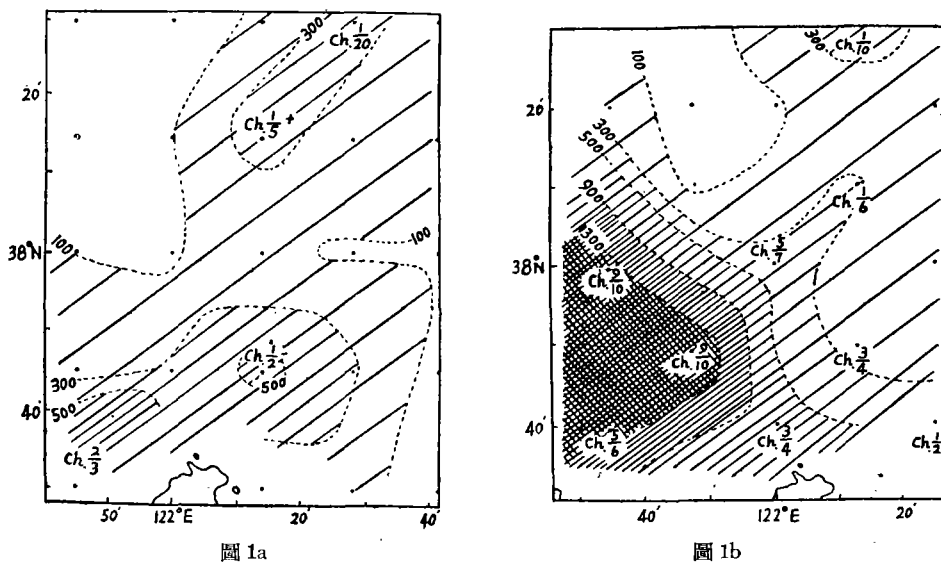


圖 1. 威海海区各处角毛硅藻屬的个体数量于 1954 年 4 月 11—15 日(圖 1, a)及同年 4 月 27 日—5 月 5 日(圖 1, b)两时期内在硅藻总量中所占的比重。虛綫为表示每升水中硅藻細胞总个数的等值綫。分数表示角毛硅藻細胞个数与硅藻細胞总数的比例。

Fig. 1. Distribution of diatom cells in the sea around Wei-hai during the periods from April 11th to 15th, 1954(Fig. 1, a)and from April 27th to May 5th, 1954(Fig. 1, b), showing the ratio of the number of *Chaetoceros* cells to the total number of diatom cells in various localities.

本屬个体总量分布情况往往与氯度分布及水体間互相推移情况有一定的关联。如以 1954 年 4 月 11—15 日威海区域本屬硅藻分布情况(圖 2)为例, 远岸高盐水体自东經 122° 处呈舌形向近岸水插入, 使近岸硅藻的分布出现了北緯 38° 以南沿东經 122° 的稀薄区域。1954 年暖流北上較 1955 及 1956 年为早, 但在調查期間(4 月 11—15 日)在黄海北部 8°C 等温綫西移尚未到达东經 122° 40', 7°C 等温綫在北緯 38° 10' 附近将达威海正北。此时自外海向近岸扩展的种类仅有扭角毛硅藻 (*Chaetoceros convolutus*) 分布范围向西扩及 7°C 等温綫的前峰, 向南扩及 38° 10' 附近。北緯 38° 00' 以南的角毛硅藻群全为近岸繁生的种类, 远岸水插入便冲淡成一个相应的稀薄区。这些近岸繁生的种类是单色体 (*Monochromatophorus*) 及二色体 (*Dichromatophorus*) 两亚屬的种类和多色体 (*Polychromatophorus*) 亚屬中的劳氏角毛硅藻 (*Chaetoceros lorenzianus*)、日本角毛硅藻 (*Ch. nipponica*)、卡氏角毛硅藻 (*Ch. castracanei*)、秘魯角毛硅藻 (*Ch. peruvianus*) 及密連角毛硅藻 (*Ch. densus*)。后两种是外洋性的种类, 但在烟、威海区亦在近岸大量繁生。在 1954 年 4 月 11—15 日調查时期在金山港近海密連角毛硅藻是个体数量最多的一种。

本屬各种在調查区域内的分布情况, 每年常因时而异, 各年分布情况也略有差异。

二、单色体亚屬 (*Subgenus Monochromatophorus*) 及二色体亚屬 (*Subgenus Dichromatophorus*) 在調查海区内的分布情况

单色体和二色体两亚屬的种类都是近岸性, 在調查的海区内在漁汛以前首先大量繁殖; 如 1954 年网采样品中, 4 月 11—15 日在威海以北及金山港以北两个区域形成密集中

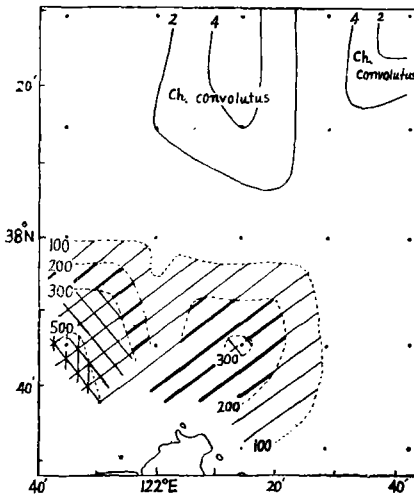


圖 2. 1954 年 4 月 11—15 日角毛硅藻屬在威海海区分布情况 (数字系以錐形网自水底垂直拖至水表所采每升水中的細胞个数)。北緯 38°00' 以北密集处的角毛硅藻为扭角毛硅藻。北緯 38°00' 以南密集处的角毛硅藻为本屬近岸繁生的种类。

Fig. 2. Distribution of *Chaetoceros* cells in the sea around Wei-hai during the period from April 11th to 15th, 1954, showing the distribution of *Chaetoceros conovolutus* north of 38°00' N and neritic *Chaetoceros* species south of 38°00' N; numerals showing numbers of cells per litre, vertical hauls from bottom to surface.

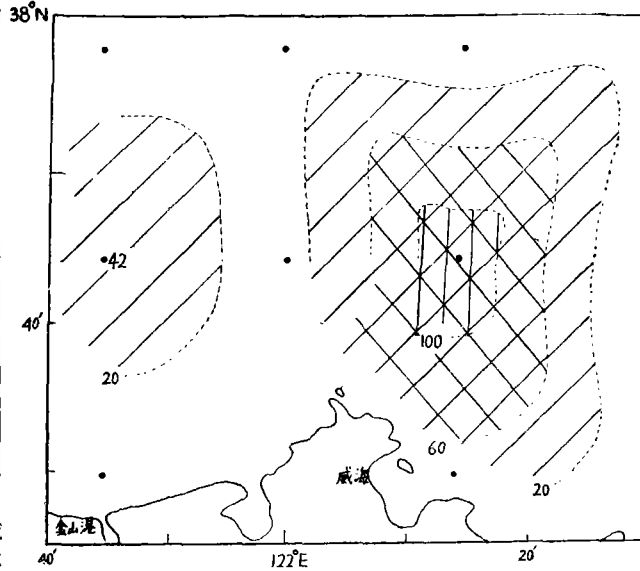


圖 3. 1954 年 4 月 11—15 日在威海海区单色体及二色体两亚屬各种硅藻分布情况 (数字系以錐形网自水底垂直拖至水表所采每升水中的細胞个数)。

Fig. 3. Distribution of *Chaetoceros* cells of the two subgenera, *Monochromatophorus* and *Dichromatophorus*, in the sea around Wei-hai during the period from April 11th to 15th, 1954; numerals showing numbers of cells per litre, vertical hauls from bottom to surface.

心, 并由此向外扩布(圖 3)。此两区域間的稀薄区域系远岸海水沿东經 122° 向近岸插入而冲淡的結果。至 4 月 27 日—5 月 5 日調查期內金山港以北的密集区已扩展到北緯 38°10', 調查区域最密处每升水內的个体数目由 4 月 11—15 日的 42 增到 427 (圖 4)。威海以北的密集区被冲散, 这是由于此时(4 月 27 日—5 月 5 日)远岸海水沿东經 122° 向南向近岸海水插入后前峰又轉向东南突入的結果。因此在漁場东北部形成較大的稀薄区域。在 5 月 17—22 日調查时在东經 122° 以西的密集区密度亦大減, 密集中心移芝罘島附近(圖 5)。在 6 月 8—11 日調查时期則远岸海水又向芝罘島插入, 在芝罘島正北造成了个体数量稀薄的广大区域, 同时将密集中心推至东經 121°35'(圖 6)。

1955 年 4 月 24—28 日調查时, 此两亚屬种类的密集区在东經 121°40' (金山港北) 至 122° 附近 (圖 7, a—d)。在同年 5 月 1 日至 4 日調查时远岸海水在东經 122° 处一直冲到出島附近, 因而此两亚屬种类的个体数目自东經 121°40' 以东由海水表層至底層都大为減少。圖 8 表示个体数量在 10 米水層分布情况, 在其他各水層中东經 122° 以东亦皆个体数量大減。

因此可以看出, 远岸、近岸两水体相互推移情况是可以影响近岸繁生的单色体及二色

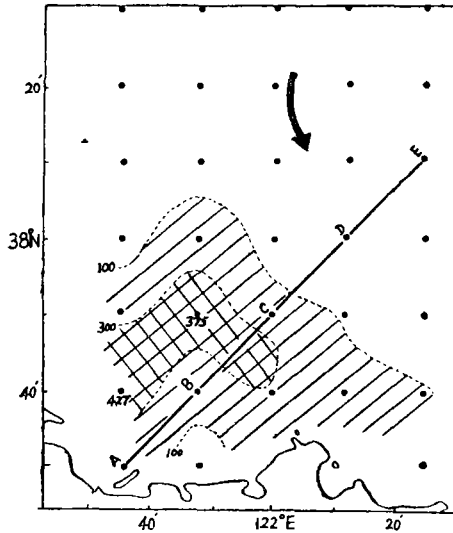


圖 4. 单色体及二色体两亚屬各种于 1954 年 4 月 27 日—5 月 5 日期間个体数量分布情况(数字系以閉鎖網自水下 20 米垂直拖至水表所采每升水中的細胞个数)。“AE”綫表示 1955 年 5 月 13 日所調查的一个断面(參閱本文 171 頁)。

Fig. 4. Distribution of *Chaetoceros* cells of the two subgenera, *Monochromatophorus* and *Dichromatophorus*, during the period from April 27th to May 5th, 1954; numerals showing numbers of cells per litre, vertical hauls from 20 m to surface.

“AE” indicates the cross section investigated in May 13th, 1955 (See p. 171).

→ indicates the location and the direction of the movement of outside water with higher salinity.

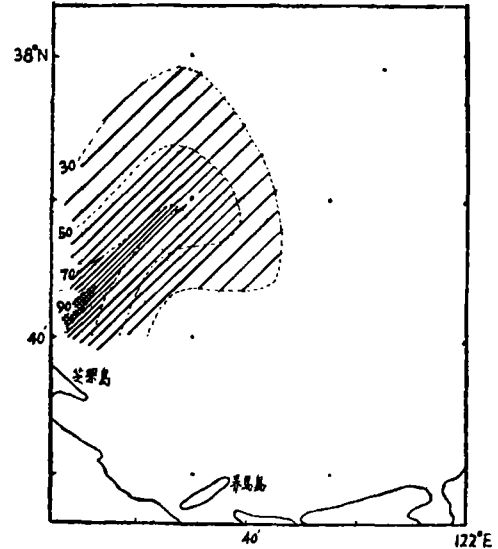


圖 5. 单色体及二色体两亚屬各种于 1954 年 5 月 17—22 日期間个体数量分布情况(数字系以閉鎖網自水下 20 米垂直拖至水表所采每升水中的細胞个数)。

Fig. 5. Distribution of *Chaetoceros* cells of the two subgenera, *Monochromatophorus* and *Dichromatophorus*, during the period from May 17th to 22nd, 1954; numerals showing numbers of cells per litre, vertical hauls from 20 m to surface.

体两亚屬各种个体数量的分布的。根据个体数量分布情况，有时也可以推测水体間互相推移的現象。鮭魚群体的集中处所往往与远岸、近岸水体的位置的变化情况有关，加以上述現象多發生在鮭魚漁場范围内，因此这一类硅藻个体数量的分布及其变化情况有时可有用作搜寻魚群的参考价值。

单色体亚屬中在漁場內常見的種類有 6 种。以常見次數論首为繞孢角毛硅藻 (*Chaetoceros cinctus*) 及窄隙角毛硅藻 (*Ch. affinis*)；次为冕孢角毛硅藻 (*Ch. subsecundus*)、柔弱角毛硅藻 (*Ch. debilis*)、旋鏈角毛硅藻 (*Ch. curvisetus*) 及拟旋鏈角毛硅藻 (*Ch. pseudocurvisetus*)。二色体亚屬中常見的有 5 种，首为双孢角毛硅藻 (*Ch. didymus*)、次为垂綠角毛硅藻 (*Ch. lacinosus*)、范氏角毛硅藻 (*Ch. vanheurckii*)、深环沟角毛硅藻 (*Ch. constrictus*) 及暹罗角毛硅藻 (*Ch. siamense*)。此两亚屬的種類一般在漁汛期前及漁汛初期数量最多，此后則逐漸減少。消失的时间常因区域及水文情况而有些差异。一般到 6 月內則甚少。各年情况也略有不同。茲根据 1955 年 4—6 月調查期間所获得的資料，取北緯 37°30'，东經 121°35' 至北緯 38°10'，东經 122°25' 两点間的断面 (圖 4 中的 AE 綫)

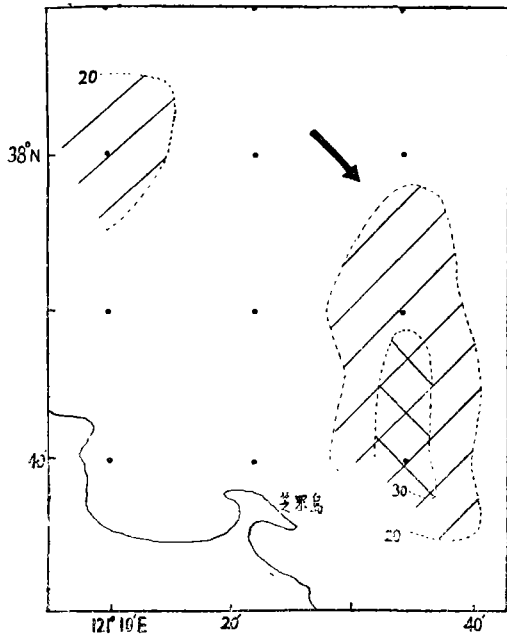


圖 6. 单色体及二色体两亚属各种于 1954 年 6 月 8—11 日时期个体数量分布情况 (数字系以閉鎖網自水下 20 米垂直拖至水表所采每升水中的細胞个数)。

→ 指示远岸高盐水推进方向。

Fig. 6. Distribution of *Chaetoceros* cells of the two subgenera, *Monochromatophorus* and *Dichromatophorus*, during the period from June 8th to 11th, 1954; numerals showing numbers of cells per litre, vertical hauls from 20 m to surface.

→ indicates the location and the direction of the movement of outside sea water with higher salinity.

中 5 个点为例以表明这些种类在不同時間内个体数量变化情况 (圖 9)。近岸 “A” 处 (北緯 37° 30', 东經 121° 35') 至 5 月 13 日尚有相当数量 (表層每升 332 个, 底層每升 533 个), 至 6 月 4 日則几乎絕迹。在 “B” 点 (北緯 37° 40', 东經 121° 47.5') 5 月 13 日即已几乎絕迹。在 “C” 点 (北緯 37° 50', 东經 122° 00', 漁場中心) 4 月末旬数量甚大, 至 5 月 13 日已大減; 至 6 月 6 日几乎絕迹。在 “D” 点 (北緯 38° 00', 东經 122° 12.5') 及 “E” 点 (北緯 38° 10', 东經 122° 25') 两处則 5 月 13 日尚有每升 100 个細胞左右的密度, 至 6 月 6 日則亦几乎絕迹。此时在此断面以西区域数量虽大減, 但仍有一定的数量。1954 年 6 月 8—11 日期內上述断面中 “B” 所表示的海区以西网采样品中仍有每升 37 个細胞的密度 (參閱圖 6)。就以往数年調查結果看来, 一般到 6 月下半年則此两亚属的个体数目已甚少。如此則应用这两亚属个体的分布情况来协助探索鮎魚群的时期是限于漁汛初期及盛期。

6 月內此两亚属硅藻大量減少的原因中可能包括下列 3 点。

(1) 在 5、6 两月中外海水侵向近岸, 冲淡了这些角毛硅藻的密集团。

(2) 外海水中所含营养物質低于近岸

水, 故外海水侵向近岸时就冲淡了近岸海区海水中的营养物質。同时外海高盐水和近岸水交混时也会引起磷酸盐等营养物質的沉淀。

(3) 海水温度的日益升高也是不利于近岸性角毛硅藻繁生的因子之一。水温升高还可加强上述磷酸盐类营养物質的沉淀作用。是否海水温度升高本身对这些硅藻类的繁生有着不利的直接影响也是一个問題。現正进行培养試驗来解决这一問題。

三、多色体亚属 (*Subgenus Polychromatophorus*)

在調查海区中的分布情况

本亚属的無色角毛組 (*Section Achromatocerae*) 及色体角毛組 (*Section Chromatocerae*) 在生态上性質不同, 有分別叙述的必要。

I. 無色角毛組

無色角毛組在烟、威鮎魚漁場及其附近海区內所發現的 5 种, 即并基角毛硅藻

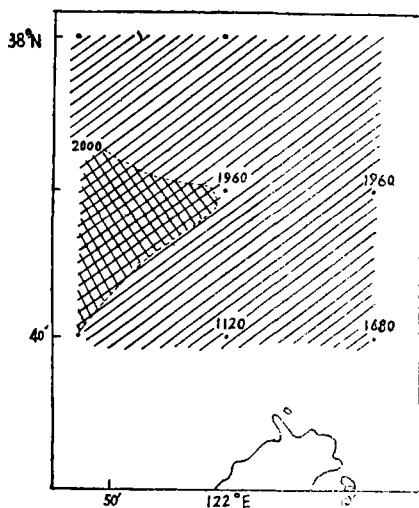


圖 7a

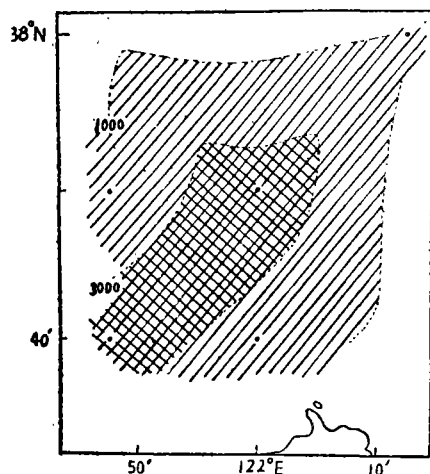


圖 7b

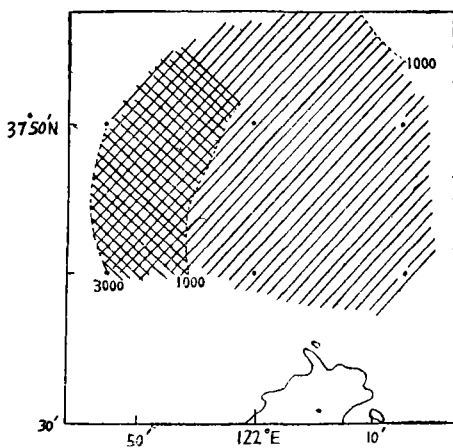


圖 7c

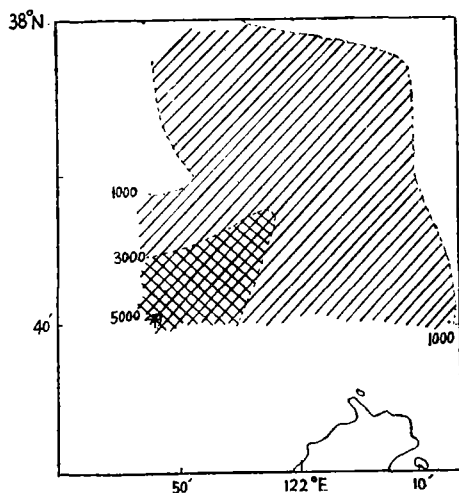


圖 7d

圖 7. 单色体及二色体两亚属各种于 1955 年 4 月 24—28 日时期在 5 米水層 (圖 7, a)、10 米水層 (圖 7, b)、15—20 米水層 (圖 7, c) 及 20 米以下水層 (圖 7, d) 的个体数量平面分布情况 (数字系每升海水沉积的細胞个数)。

Fig. 7. Horizontal distribution of *Chaetoceros* cells of the two subgenera *Monochromatophorus* and *Dichromatophorus*, at 5 m (a), 10 m (b), 15—20 m (c) and the layer below 20 m (d) from April 24th to 28th, 1955; numerals indicate numbers of cells per litre, sedimentation samples.

(*Chaetoceros decipiens*)、劳氏角毛硅藻 (*Ch. lorenzianus*)、圓柱角毛硅藻 (*Ch. teres*)、日本角毛硅藻 (*Ch. nipponica*) 和扁形角毛硅藻 (*Ch. compressus*), 实际上沒有一种是真正的狭义外洋性的。并基角毛硅藻一般視為外洋性种, 但它是在烟台港內找到的。在文献中此种在外洋、內海及港灣中都常發現 (朱树屏、郭玉潔, 1957)。因此如果把浮游生物分为外洋性(高盐)、沿岸性(低盐)和广盐性三类的話, 并基角毛硅藻应列入广盐性, 而不应列为外洋性种类。同样, 扁形角毛硅藻也应列入广盐性类。其他三种都是近岸性。

(1) 劳氏角毛硅藻 (*Chaetoceros lorenzianus*)

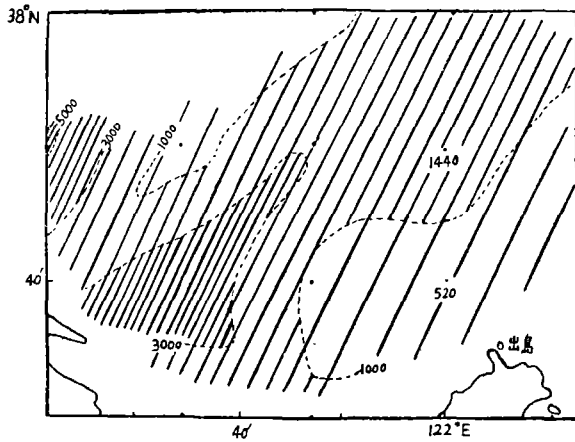


圖8. 单色体及二色体两亚屬于1955年5月1—4日期間在10米水層的平面分布情况(数字系每升海水中所沉积的細胞个数)。

Fig. 8. Horizontal distribution of *Chaetoceros* cells of the two subgenera, *Monochromatophorus* and *Dichromatophorus*, at the depth of 10m from May 1st to 4th 1955; numerals indicate numbers of cells per liter.

4月11—15日), 但就1954及1955两年情况看, 在漁汛初期至盛期数量不多, 对鮭魚生产的意义并不甚大。

(2) 圓柱角毛硅藻 (*Chaetoceros teres*)

此种在漁場內出現甚晚。1954年7月10—16日調查时期始有少量, 分布范围甚大而数量極少; 最多处(在芝罘島北)每升水中平均只有7个細胞。尙未發現此种硅藻对水体分布及鮭漁業有何重要意义。

(3) 日本角毛硅藻 (*Chaetoceros nipponica*)

本种的最盛期在漁汛以前, 1954年4月11—15日調查时密集区域在威海附近, 平均每升水中94个細胞。4月27日—5月5日及6月1—8日各次在漁場海区内調查时皆未發現。故漁汛初期及盛期几乎皆無日本角毛硅藻。直至7月10日(漁汛末期)調查时始又出現, 分布尙广, 較密区域每升水中有6个細胞。对水团分布及鮭魚生产尙未發現有若何显著的联系。

(4) 扁形角毛硅藻 (*Chaetoceros compressus*)

1954年在漁場海区中出現亦較晚。該年4月11—15日調查时尙未發現, 在4月27日—5月5日調查时期, 只在一处每升水中有2个細胞。其最盛期为5月中旬, 最多区域表層水中平均每升有20个細胞, 在漁場內的分布范围甚广, 至6月8日則大減, 最多区域平均表層每升水中有3个細胞。7月10日調查时皆下沉, 下層多处平均每升水中有4个細胞。1955年出現較早, 4月24—28日調查时即發現, 此后5月初及中旬調查皆未見到, 6月初調查时仅在一处出現, 6月末即又絕迹。对水团分布及鮭魚生产尙未發現有显著的联系。

本組的种类在漁場最常見到的是劳氏角毛硅藻及扁形角毛硅藻, 次为日本角毛硅藻,

在此漁場区域一般說来本种个体数目不很多。1954年网采样品中, 4月11—15日期間密集中心在出島西北(北緯37°45', 东經122°00', 每升44个)及东北(北緯37°45', 东經122°30', 每升48个)两个近岸区域。两区域中間的稀薄区域是該处附近有远岸水向近岸插入所致。各处个体数量至4月27—5月5日調查时則皆大減, 至5月17—22日調查时則仅在芝罘島以北近岸尙可找到(每升水中平均只有一个細胞), 此后則在漁場內絕迹。但在7月10—16日又开始增加, 分布亦广; 最多处(近岸)在底層每升水中有24个細胞。1955年整个調查期間个体数甚少。这种硅藻的分布虽有时可显示水团分布及互相推移概况(如1954年

最少見的是圓柱角毛硅藻。就1954, 1955两年的資料看来这4种角毛硅藻在漁汛期内数量都不大, 分布情况与水体移动情况的关系不显著, 尚未發現它們在鮫魚生产上有什么重要性。

II. 色体角毛組 (Section *Chromatocerae*)

在調查海区內所研究的此組硅藻有6种。其中有2种: 卡氏角毛硅藻 (*Ch. castracanei*) 及艾氏角毛硅藻 (*Ch. eibenii*), 为沿岸性; 其它4种, 密連角毛硅藻 (*Ch. densus*)、秘魯角毛硅藻 (*Ch. peruvianus*)、扭角毛硅藻 (*Ch. convolutus*) 及紧挤角毛硅藻 (*Ch. coarctatus*), 一般視為外洋性。但密連角毛硅藻及秘魯角毛硅藻都常在烟台港內及其他靠岸海区繁生, 惟秘魯角毛硅藻数量不若密連角毛硅藻之大。紧挤角毛硅藻則仅

于1954年在芝罘島的样品中有少量, 鮫魚漁場內尚未發現。本組的这5种硅藻除紧挤角毛硅藻外都是鮫魚漁場內时常見到的种类。

(1) 卡氏角毛硅藻 (*Chaetoceros castracanei*)

1954年4月11—15日于威海东北近岸發生了一个卡氏角毛硅藻的密集区(每升水中平均13个細胞)。至4月27—5月5日調查时期在芝罘島东北生成每升水中813个細胞的密集中心, 向外分布, 扩及北緯37°50', 北緯38°00' 以北則極少。此时, 远岸水沿东經122° 向南插入后又轉向东南, 4月11—15日在威海东北近海的密集区至此时期遂被冲散; 东經122° 以东也因之形成一空白区。5月17—22日时期远岸水向西推进的結果使密集区域仍局限于芝罘島近海。6月8—11日时期, 受渤海灣流出的沿岸水压挤的影响, 密集区移至北緯38°00' 以北。至7月10—16日調查时, 密集区因受东方高盐水体向西推进及南方近岸水体向北挤压的結果局限于北緯38°30', 东經121°40' 处(圖10)。密度亦大为减小(每升从103个减到不及10个)。

1955年流网漁汛初期(4月24—28日)5米水層的密集区在漁場东北角(北緯38°00', 东經122°12.5'), 每升水中2,300个(采水沉积)。10米至底各層的密集区稍向西南移至东經122° 以西, 密度逐减(10米水層每升水中2,100个, 15—20米水層及底層每升水中2,000个)。5月1—4日調查时分布几遍及全漁場, 但密度减少。密集区仍在东經122° 以西。在0、5、10米各水層, 沿东經122°00' 有一空白区, 这是远岸水沿东經122° 向

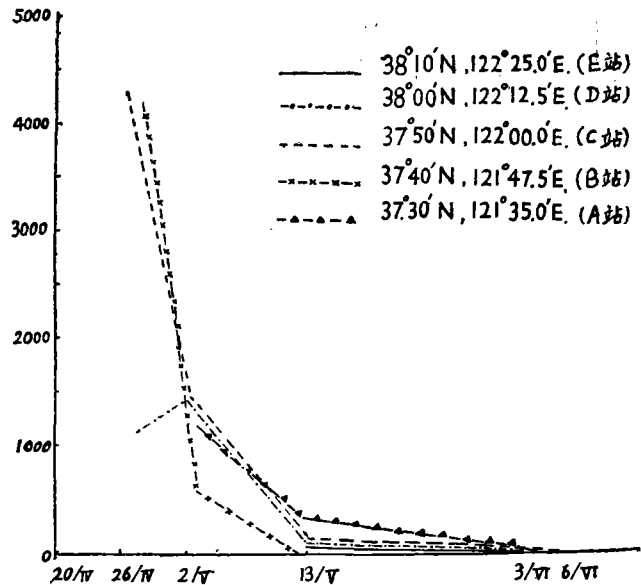


圖9. 单色体及二色体两亚屬的种类在1955年4—6月不同日期內在A. B. C. D. 及E 5个观测站(見圖4)的10米水層每升海水中的个体数量的变化情况。

Fig. 9. The variation with time of the total number of cells of the species belonging to the two subgenera *Monochromatophorus* and *Dichromatophorus*, of the Genus *Chaetoceros*; numerals indicate numbers of cells per litre at the depth of 10 m during the period from April 24th to June 26th, 1955.

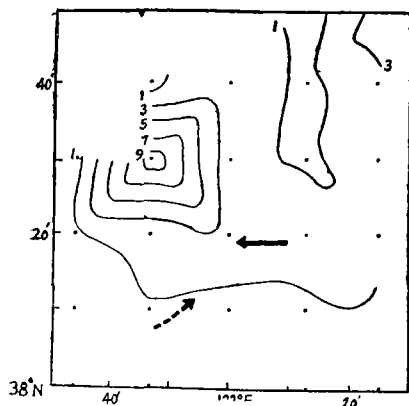


圖 10. 卡氏角毛硅藻于 1954 年 7 月 10—16 日期間的个体数量分布情况(数字系以閉鎖网采自 0—20 米水層中平均每升水中的細胞个数)。
 ——→ 指示东方高盐水推进方向。
→ 指示近岸低盐水推进方向。

Fig. 10. Distribution of cells of *Chaetoceros castracanei* during the period from July 10th to 16th, 1954.
 ——→ indicates the location and the direction of movement of sea water with higher salinity pushing westward from the east.
→ indicates the location and the direction of movement of coastal water with lower salinity.

近岸插入所致。至 6 月 3—6 日以后各次調查中本种几乎絕迹。

卡氏角毛硅藻分布情况与水文情况大致相符,在鮎魚漁汛初期及盛期此种密度相当大,分布范围也和漁場范围大致相符。因此它的分布情况可作研究水体动态及魚群分布的参考。

(2) 艾氏角毛硅藻(*Chaetoceros cibinii*)

本种盛期甚短。1954 年 4 月 11—15 日尚未發現。4 月 27 日—5 月 5 日只在北緯 37°40', 东經 122°25' 处出現少量, 平均每升水中不到 1 个細胞。

只有 5 月 17—22 日調查时大量出現, 分布范围也較广, 远岸水体向西南方向插入近岸水, 自北緯 38°, 东經 122° 向西南方向致成一空白区。最密集区在芝罘島以北, 表層水中每升 227 个, 底層每升 665 个。6 月 8—11 日期間密集区受渤海灣流出水体的影响, 北緯 38°00' 以南密度大减。密集区仅局限于北緯 38°00' 以北, 数量减至每升水中 80 个細胞。不过在北緯 38°00', 东經 121°35' 处底層密度仍达每升 514 个。至 7 月 10 日—16 日密度更小, 最大密度亦不过每升 3 个。

1955 年出現数量远少于 1954 年, 密集区限于金山港以北海区。4 月 24—28 日及 5 月 1—4 日两

次調查时的最大密度各为每升 240 及 40 个, 6 月 1—8 日則絕迹。

本种分布情况对水体动态及魚群分布的研究亦稍有参考价值。

(3) 密連角毛硅藻 (*Chaetoceros densus*)

本种分布范围广, 遍及漁場各部, 分布情况与水体动态有显著的联系, 而且数量多, 存在時間长, 故对水体动态及魚群分布的研究亦有較大的参考价值。

1954 年 4 月 11—15 日調查时已大量出現, 調查范围内各观测站皆有, 密集区主要在东經 122°00' 以西。最大密度在金山港附近, 每升水中达 680 个細胞。4 月 27—5 月 5 日調查时密集中心向北扩展, 密度亦大增, 最密处 0—20 米水層中为每升 942 个, 20 米以下至水底之深層中为每升 2,050 个, 东經 122°00' 以西最密处为每升 131 个。沿东經 122°00' 有一稀薄区域, 系受远岸水在此处插入近岸所致。5 月 17—22 日期內东北部远岸水向西南近岸推进的結果使密集区局限于芝罘島以北海区(圖 11), 最密处为每升 1,060 个細胞。远岸水体淹过区域的密度大减。至 6 月 8—11 日, 密集区又因漁場西北部远岸水向南推进而局限于养馬島北近岸区域(圖 12), 但密度已大减(每升 68 个)。至 7 月 10—16 日調查时則密度更小。北緯 38°00' 以北广大海区几乎全絕迹, 北緯 38°00' 以南 0—20 米水層中最大密度平均每升尚不足 1 个細胞(底層 6 个)。

1955 年采水沉积中, 在 4 月 24—28 日期間此种密集区主要在北緯 38°00' 以南, 自表

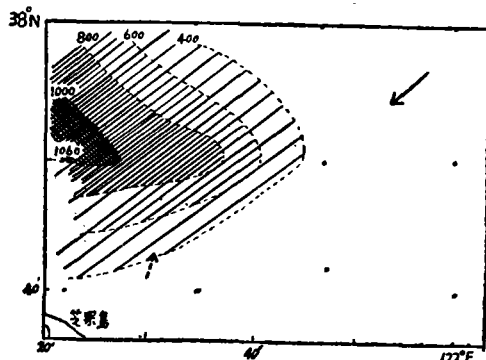


圖 11. 密連角毛硅藻于 1954 年 5 月 17—22 日期間个体数量的分布情况 (数字系以閉鎖網采自 0—20 米水層每升水中的細胞个数)。
——→ 指示远岸高盐水推进方向。
-----→ 指示近岸低盐水推进方向。

Fig. 11. Distribution of cells of *Chaetoceros densus* from May 17th to 22nd, 1954; numerals indicate numbers of cells per litre, vertical hauls from 20m to surface.
——→ indicates the location and the direction of the movement of outside sea water with higher salinity.
-----→ indicates the location and the direction of the movement of coastal water with lower salinity.

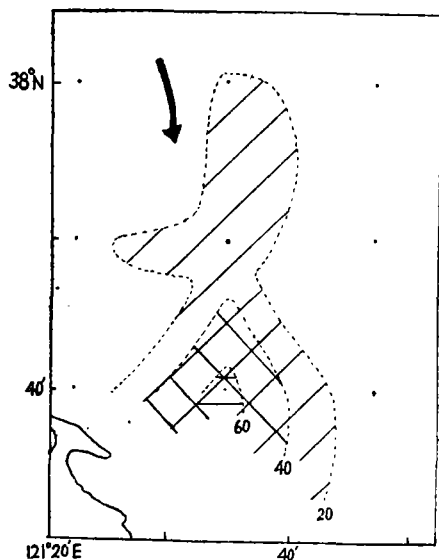


圖 12. 密連角毛硅藻于 1954 年 6 月 8—11 日期間个体数量分布情况 (数字系以閉鎖網采自 0—20 米水層每升水中的細胞个数)。
——→ 指示远岸高盐水推进方向。

Fig. 12. Distribution of cells of *Chaetoceros densus* during the period from June 8th to 11th, 1954; numerals indicate numbers of cells per litre, vertical hauls from 20 m to surface.
——→ indicates the location and the direction of the movement of outside sea water with higher salinity.

層至底層皆在东經 122° 00' 附近。一般下層較上層密度大, 下層最大密度为每升 10,280 个細胞。至 5 月 1—4 日則因远岸水向近岸推进, 密度区域被分为东西两部分。此时最大密度下層为每升 1,600 个, 上層为 800 个細胞。6 月 3—6 日密集区主在东經 122° 00' 以西, 最大密度为每升 1,520 个。至 6 月 23—27 日則密度大减, 最多处平均每升还不到 1 个細胞。

(4) 秘魯角毛硅藻 (*Chaetoceros peruvianus*)

此种分布范围亦甚广泛, 数量多少各年不同, 在漁場內存在时期相当长, 分布情况与水文亦有些关系。一般先在近岸繁生。1954 年出現数量甚少。該年出現最多时为 5 月, 但最大密度每升只有 9 个, 而且除芝罘島以北近岸区域以外, 皆远低于此数。4 月 11—15 日只在金山港及威海附近有少量出現, 每升水中还不足 1 个。4 月 27 日—5 月 5 日数量稍增, 仍分布在北緯 38° 00' 以南海区。最密处亦不过每升水中 1 个。5 月 17—22 日一般密度仍甚小, 只芝罘島近岸高至每升 9 个。6 月 8—11 日漁場范围内普遍减少, 最密处在东經 121° 10' 附近, 每升水中在 2 个以下。7 月 10—16 日密度更小, 漁場范围内以芝罘島近岸最密, 每升水中亦在 1 个以下。

1955 年出現数量甚多, 4 月最盛, 以后則逐渐减少, 但直到 6 月上旬尚有一定数量 (最密处每升 320 个)。4 月 24—28 日在調查范围内的 9 个观测站都普遍存在, 至多每升

13,680 个, 至少 280 个。最密处在調查区域的西南角(北緯 $37^{\circ}40'$, 东經 $121^{\circ}47.5'$)。5 月 1—4 日密度略减, 上層最多为每升 4,240 个, 底層最多为每升 7,480 个。0 米及 5 米两水層的密集区皆在东經 $122^{\circ}00'$ 以西。至 6 月 3—6 日則密度大减。采水沉积資料最密处仍在芝罘島北, 每升 320 个; 最稀处在此次調查区域的东北角(北緯 $38^{\circ}10'$, 东經 $121^{\circ}10'$) 每升 10 个。但依国际标准 20 号篩絹的网采資料則在多数观测站都無此种出現。由此可見細胞个体单独生活而体形小的硅藻, 即使有較长的角毛仍易为 20 号小孔篩絹滤过, 进行研究必以采水沉积的材料为主。

(5) 扭角毛硅藻(*Chaetoceros convolutus*)

此种在 1954 年各次調查时期出現数量頗少(可能一部被 13xx 网所漏掉)。4 月 11—15 日仅有少量, 最多处亦仅每升中 5 个細胞。4 月 27 日—5 月 5 日日益少, 最多数每升尚不足 1 个細胞(圖 2)。5 月 17—22 日有显著的增加。密集区在調查区域的西北角(北緯 $38^{\circ}10'$, 东經 $121^{\circ}10'$) 每升 370 个。6 月 8—11 日又見减少, 最密处为每升 37 个(北緯 $37^{\circ}50'$, 东經 $121^{\circ}35'$); 但此时, 分布極为普遍, 在北緯 $37^{\circ}30'$ — $38^{\circ}10'$, 东經 $121^{\circ}10'$ — $122^{\circ}25'$ 的广大范围内几乎在每个观测站都曾采到。

1955 年調查时期內出現数量很多。4 月 24—28 日在 9 个观测站中, 只有 5 个观测站出現此种。最密处在調查区域的西北角(北緯 $38^{\circ}00'$, 东經 $121^{\circ}47.5'$), 表層每升 440 个, 底層 840 个。最少处是 120 个(表層)。5 月 1—4 日多下沉。最密处在調查海区的东北角(北緯 $38^{\circ}00'$, 东經 $122^{\circ}12.5'$)。此处表層为每升 560 个, 下層为 2640 个。6 月 3—6 日密度降低。密集处在东經 $121^{\circ}35'$ 附近, 最大密度依采水沉积法为每升 120 个, 以 20 号篩絹网拖样法为每升 103 个。6 月 23—27 日則几乎絕迹。

扭角毛硅藻造成密集的群聚常首先在远岸出現, 而不先在近岸处繁殖生成。所以在頗大的程度上此种可用作远岸高盐水的—个指标。

鮭魚漁汛期內在漁場中普遍出現的 5 种色体角毛組的硅藻在漁業生产上都有一定的意义。根据扭角毛硅藻密集群的最早出現区域, 充分說明扭角毛硅藻是来自远岸水体。本組中只这一种可用作外海水体的—个指标。这說明了, 有必要作更进一步的研究, 找出它在時間上和空間上的分布和漁期及漁群分布的关联情况。其次, 据以上所述已經看出卡氏角毛硅藻和密連角毛硅藻两种, 在漁汛期內都在漁場中普遍出現, 数量多, 出現时期較长, 分布情况又往往与水体动态有一定的联系。因此也有必要就这两种硅藻和水体动态的关系再深入研究, 以便找出它們的分布和魚群分布的联系。秘魯角毛硅藻和艾氏角毛硅藻与水体动态的关系沒有像上述三种硅藻那样显明。这可能是因為調查的范围太小、時間太短、材料太少和分析研究不够的原故。

文献(Literature cited)

- [1] 朱樹屏, 1957. 烟、威鮭魚漁場調查報告。太平洋西部漁業研究委員會第 2 次會議(莫斯科)中的報告(油印本)。
- [2] 朱樹屏、郭玉潔, 1957. 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。海洋与湖沼 1 (1): 27—94。
- [3] 黃渤海經濟魚类資源調查委員會, 1954, 1955. 鮭魚漁場調查工作總結報告, 1954 年及 1955 年(油印本)。
- [4] 相川廣秋, 1942, 海洋浮游生物学, 272 頁, 114 圖, 116 表, 日本东京水产社。
- [5] Кагановский, А. Г., 1955. Труды совещания по вопросам поведения и разведки рыб. АН СССР, pp.

26—33.

- [6] Монтефель, Б. П. 1955. Ibid. pp. 12—20.
- [7] Aurivilius, C. W. S. 1898. Vergleichende thiergeographische Untersuchungen über den Planktonformen des Skgerracks in den Jahren 1892-97. Kongl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar B. 30, no. 3.
- [8] Bearcey, F. G. 1885. Investigations on the movements and food of herring with additions to the marine fauna of the Shetland Isles, *Proc. Roy. Phys. Soc. Edin.*, VIII, p. 389.
- [9] Braarud, T., Ringdal Gaarder & Jul. Grøntved 1953. The phytoplankton of the North Sea and adjacent waters in May 1948. Cons. Parm. Internat. Explor. Mer, Rapp. et Pro-verb., 133, 1-87.
- [10] Bullen, G. E. 1908. Plankton studies in relation to the western mackerel fishery. *J. Mar. Biol. Assoc., U. K., N. S.* 8, 269-302.
- [11] Chu, S. P. (朱树屏) 1942. The influence of the mineral composition of the medium on the growth of planktonic algae. Part 1. Methods and culture media. *J. Ecology*, 30, pp. 284-325.
- [12] Cleve, P. T. 1896. Planktonundersökningar. Vegetabiliskt Plankton. Bihang till k. Svenska Vet-Akad. Handlingar Bd. 22, Afd. III, No. 5.
- [13] Cleve, P. T. 1897a. Karaktäritik af Atlantiska Oceanens vatten på grund af dess mikroorganismer. Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1897, no. 3.
- [14] Cleve, P. T. 1897b. A treatise of the phytoplankton of the North Atlantic and its tributaries. Upsala 1897.
- [15] Cleve, P. T. 1900. The seasonal distribution of Atlantic plankton organisms. Göteborg. 368.
- [16] Cushing, D. H. 1956. Phytoplankton and the herring. Part V., *Fish. Invest. Ser. II*, 20 (4), pp. 1-19.
- [17] Freaser, J. H. 1952. The chaetonatha and other zooplankton of the Scottish area and their value as biological indicators of hydrographical conditions. Scot. Home Dep., Mar. Res. 2, Edinburgh, pp. 5-52.
- [18] Graham, M. 1938. Phytoplankton and herring. Part III, *Fish. Invest., Ser. II*, 16, 3.
- [19] Gran, H. H. 1902. Das Plankton des Norwegischen Nordmeeres. Rep. Norw. Fish. Mar. Invest., 2 (5), pp. 1-222, Bergen.
- [20] Gran, H. H. & Braarud, T. 1935. A quantitative study of the phytoplankton in the bay of Jundy and the gulf of Maine. *J. Biol. Board Canada* 1 (5), pp. 279-467. Toronto.
- [21] Häckel, Ernst. 1890. Plankton-studien. Jena 1890.
- [22] Hardy, A. C. 1926. The herring in relation to its animate environment. Part II. Report on trials with the plankton indicator. *Fish. Invest., Ser. II*, 8, 7.
- [23] Henderson, G. T. D., Lucas, C. E. & Fraser, J. H. 1936. The ecological relations between the herring and the plankton investigated with the plankton indicator. Part IV. The relation between catches of herring and phytoplankton collected by the plankton indicator. *J. Mar. Biol. Assoc., U. K., N. S.* XXI, 277-91.
- [24] Holmes, R. W. 1956. The annual cycle of phytoplankton in the Labrador Sea, 1950-51. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, 16, 1, pp. 1-74.
- [25] Russell, F. S. 1935. On the value of certain plankton organisms as indicators of water movements in English Channel and North Sea. *J. Mar. Biol. Assoc., N. S.*, 20, 2, pp. 147-179.
- [26] Savage, B. E. 1930. The influence of Phaeocystis on the migration of herring. *Fish. Invest., Ser. II*, 12, 2.
- [27] Savage, B. E. & Hardy, A. C. 1935. Phytoplankton and the herring. Part I., 1921-1932. *Fish. Invest., Ser. II*, 14, 2.
- [28] Savage, B. E. & Wimpenny, R. S. 1936. Phytoplankton and the herring. Part II, 1933 & 1934. *Fish. Invest., Ser. II*, 15, 1.
- [29] Schütt, Fr. 1893. Wechselbeziehungen zwischen Morphologie, Biologie, Futwicklungsgeschichte und Systematik der Diatomeen. *Ber. d. deutschen Bot. Gesellschaft.* XI.